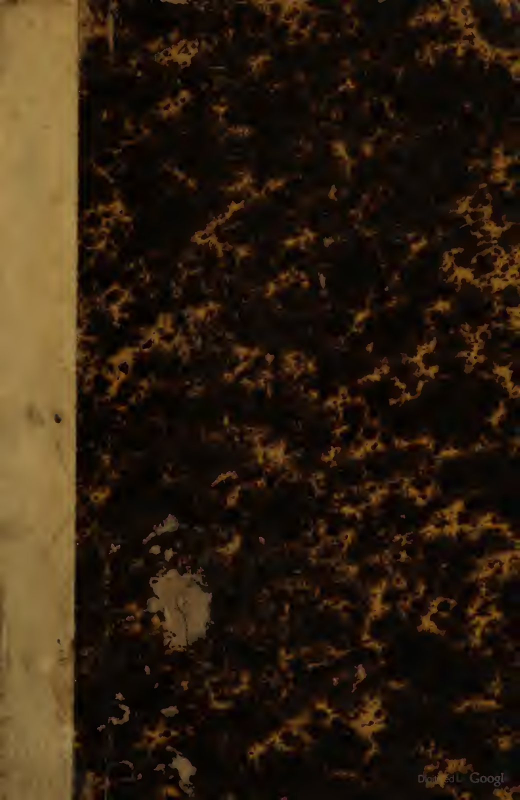




EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES.

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.

EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES

PAR

LOUIS FIGUIER

Docteur ès sciences.



TOME DEUXIÈME.



PARIS

VICTOR MASSON, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE. | LANGLOIS ET LECLERCQ, RUE DE LA HARPE, 81.

M DCCC LI

EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES.

LES AÉROSTATS.

Aucune découverte n'a excité, autant que celle des aérostats, la surprise, l'admiration, l'émotion universelles. Il n'y eut en Europe qu'un cri d'enthousiasme pour les navigateurs intrépides qui les premiers osèrent s'élancer dans le vaste champ des airs. En effet, jamais l'orgueil de l'esprit humain n'avait rencontré de triomphe plus éclatant en apparence. L'homme venait, disait-on, de marcher à la conquête des airs; ces plaines infinies dont l'œil est impuissant à sonder l'étendue, désormais devenaient son domaine; il pouvait à son gré parcourir son nouvel empire, il régnait en maître sur ces régions inexplorées. Ainsi le monde n'offrait plus de barrières, l'espace n'avait plus d'abîmes que son génie ne pût aisément franchir. On s'abandonnait de toutes parts à l'orgueil de cette

pensée; on applaudissait à ce résultat inespéré des sciences physiques qui, à peine à leur naissance, venaient de donner un si magnifique témoignage de leur virilité et de leur force d'avenir. On ne mettait pas en doute la possibilité de régulariser bientôt et de diriger à son gré la marche de ces nouveaux esquifs, et la navigation atmosphérique apparaissait déjà comme une création prochaine.

De tout cet éclat et de tout ce retentissement, de cet enthousiasme immense qui, d'un bout à l'autre de l'Europe, enflammait les esprits, de ces espérances ardentes, de ces aspirations inouïes, qu'est-il resté? L'histoire n'offre aucun autre exemple d'une découverte aussi applaudie, aussi exaltée à sa naissance, aussi délaissée bientôt après. Les aérostats semblaient à leur début appelés à régénérer la science en lui ouvrant des moyens d'expérimentation d'une portée toute nouvelle; cependant ils n'ont guère servi qu'à satisfaire dans les fêtes publiques une vaine curiosité. Les résultats qu'ont retirés de leur emploi les différentes branches de la physique et de la météorologie n'ont, en effet, qu'une valeur infiniment secondaire : la possibilité de s'élever dans les airs et d'y séjourner quelque temps, certains faits d'une importance médiocre ajoutés à l'histoire de notre globe, quelques moyens nouveaux d'expérimentation offerts aux physiciens, l'espérance lointaine et d'ailleurs très vivement contestée d'arriver un jour à la direction des ballons, voilà tout ce qu'a produit, sous le rapport scientifique, une découverte qui semblait dans ses débuts si riche de promesses.

Cependant il y a dans le seul fait d'une ascension

dans les airs quelque chose de si grand, de si noble et de si hardi, quelques traits si bien en rapport avec l'audace et le génie des hommes, que l'on a toujours recherché et accueilli avec intérêt tout ce qui se rapporte aux aérostats. Nous présenterons donc avec quelques détails l'histoire d'une découverte qui a toujours tenu une si grande place dans les préoccupations du public.

CHAPITRE PREMIER.

Les frères Montgolfier. — Expérience d'Annonay. — Ascension du premier ballon à gaz hydrogène au Champ de Mars de Paris. — Montgolfière de Versailles.

Personne n'ignore que l'invention des aérostats, d'origine toute française, appartient aux frères Étienne et Joseph Montgolfier. Rien n'avait pu faire pressentir encore une découverte de ce genre, lorsque le 5 juin 1783 ils firent à Annonay leur première expérience publique.

Étienne et Joseph Montgolfier étaient les fils d'un manufacturier connu depuis longtemps pour son habileté dans l'art de la fabrication du papier. La famille Montgolfier était originaire de la petite ville d'Ambert en Auvergne; on voyait encore vers le milieu du siècle dernier, sur le penchant d'une colline qui domine la ville, les ruines d'une très ancienne résidence de la famille Montgolfier, qui paraît avoir donné ou pris son nom au pays qu'elle habitait (1). Les Montgolfier avaient embrassé avec ardeur la cause de la réforme; après les massacres de la Saint-Barthélemy, leurs biens furent confisqués, leurs papeteries détruites, et ils vinrent se réfugier avec les débris de leur fortune dans les montagnes du Vivarais. Les établissements nouveaux qu'ils fondèrent plus tard à Annonay ne tardèrent pas à acquérir beaucoup d'importance, et

(1) On trouve en effet dans la grande carte de France de Cassini, feuille 52, au nord-est d'Ambert, le *Mont-Golfier*, et au-dessus le *Cros du Mont-Golfier*.

dès le commencement du dix-huitième siècle la manufacture de Pierre Montgolfier était connue dans toute l'Europe pour la perfection de ses produits. C'est au milieu de cette famille vouée depuis des siècles à la pratique de l'industrie et des arts, sous les yeux d'un père distingué par ses talents, ses lumières et sa probité, vivant en patriarche entre ses ouvriers et ses enfants, que naquirent les inventeurs de la machine aérostatique. Destinés à se livrer par état aux opérations industrielles, ils s'y préparèrent de bonne heure par l'étude des sciences, dont plus tard ils ne perdirent jamais le goût.

Étienne Montgolfier joignit à cette éducation commune une instruction spéciale qu'il alla de bonne heure chercher à Paris. Il se destinait à l'architecture et devint élève de Soufflot. On voit encore dans les environs de Paris, des églises et des maisons particulières bâties d'après ses plans, qui témoignent tout à la fois de ses talents et de son goût. Il avait en outre pour les mathématiques des dispositions précoces, qui lui valaient l'estime des savants les plus distingués. Cependant son père le rappela pour prendre part à la direction de la manufacture héréditaire. De retour à Annonay, Étienne Montgolfier apporta à sa famille l'utile secours de ses connaissances (1). Il découvrit divers procédés de fabrication que les Hollandais, longtemps nos rivaux en ce genre, enveloppaient d'un impénétrable mystère, et contribua pour beaucoup à amener la

(1) C'est ainsi qu'il changea le moteur employé dans la fabrique, modifia la disposition des séchoirs, et inventa des formes pour le papier *grand-monde*, inconnu avant lui. Il trouva aussi le secret de la fabrication du papier vélin, que la France avait jusqu'alors tiré de l'étranger.

révolution qui s'est opérée à cette époque dans cette branche importante de l'industrie française.

Son frère, Joseph Montgolfier, qui partagea ses travaux et sa gloire, avait comme lui ressenti de bonne heure un goût très vif pour les sciences mathématiques; mais il avait un genre d'esprit particulier qui l'éloignait des règles et des méthodes de travail habituelles aux géomètres. Dans l'exécution de ses calculs, il s'écartait toujours des voies connues; il combinait pour lui-même, à l'aide de tâtonnements empiriques, certaines formules dont il se servait pour résoudre les problèmes les plus difficiles et les plus délicats. Il avait beaucoup moins d'instruction et de savoir que son frère, mais il avait reçu en partage un génie véritablement inventif, marqué cependant au coin d'une certaine bizarrerie. Placé à l'âge de treize ans au collége de Tournon, il n'avait pu se plier aux exigences de l'enseignement classique, et il partit un beau matin, décidé à descendre jusqu'à la Méditerranée pour y vivre en ermite le long de la plage. La faim l'arrêta dans une métairie du bas Languedoc; il fallut reprendre le chemin du collége. Cependant il réussit à s'enfuir une seconde fois et gagna la ville de Saint-Étienne. Arrivé là, il s'enferma dans un misérable réduit, et pour subvenir à ses besoins, il se mit à fabriquer du bleu de Prusse et quelques autres sels employés dans les arts, qu'il allait ensuite colporter lui-même dans les hameaux du Vivarais. Il vivait du produit de la pêche et de la vente de ses sels. Il put ainsi acheter des livres et des outils; il se procura même assez d'argent pour se rendre à Paris. Il s'était proposé, en effet, de séjourner quelque temps dans la capitale pour se lier avec

les savants de l'époque et puiser dans leur entretien des conceptions et des idées nouvelles. Il trouva installées au café Procope toute la littérature et toute la science du jour, et c'est là qu'il établit avec divers savants des relations qui tournèrent à son profit. Son père l'ayant rappelé sur ces entrefaites, il revint à Annonay pour participer aux travaux de la fabrique. Il put dès lors donner carrière à toute son ardeur d'invention, mais ses idées étaient si hardies et si nouvelles que l'esprit d'ordre et d'économie de la maison s'en effraya à bon droit; on dut bien des fois contenir son ardeur en de plus sages limites.

En effet, cette brillante faculté d'invention dont l'avait doué la nature avait besoin d'être rectifiée et contenue par un esprit plus calme et plus méthodique. Il trouva dans la sagesse de vues et dans la prudence de son frère les qualités qui lui manquaient. Aussi la plus parfaite intimité morale s'établit-elle bien vite entre les deux Montgolfier. Si différentes par leurs qualités et leurs allures, ces deux intelligences étaient cependant nécessaires et presque indispensables l'une à l'autre. Dès ce jour ils mirent en commun toutes leurs vues, toutes leurs conceptions, toutes leurs pensées scientifiques, et c'est ainsi que s'établit entre eux cette communauté d'existence morale, cette double vie intellectuelle qui seule fait comprendre leurs travaux et justifie leurs succès. Avant l'invention des aérostats, plusieurs découvertes avaient déjà rendu le nom des Montgolfier célèbre (1) dans les sciences mé-

(1) Il suffit de citer leur découverte du *Bélier hydraulique*, une des conceptions mécaniques les plus remarquables du siècle dernier.

caniques, et plus tard cette découverte n'arrêta pas l'essor de leurs utiles travaux.

On comprendra, d'après cela, qu'il serait tout à fait hors de propos de chercher à établir ici auquel des deux frères Montgolfier appartient la pensée primitive de l'invention qui va nous occuper. Ils ont tous les deux constamment tenu à honneur de repousser les investigations de ce genre, et nous n'essayerons pas de dénouer ce faisceau généreux que l'amitié fraternelle s'est plu elle-même à confondre et à lier.

La ville d'Annonay est placée en face des hautes Alpes, et de la manufacture des Montgolfier, on voyait se dérouler à l'horizon toute la chaîne de ces montagnes. En contemplant le spectacle continuel de la production et de l'ascension des nuages, qu'ils voyaient chaque jour se former sur le flanc des Alpes, en méditant sur les causes de la suspension et de l'équilibre de ces masses énormes qui se promènent dans les cieux, les frères Montgolfier conçurent l'espoir d'imiter la nature dans l'une de ses opérations les plus brillantes. Il ne leur parut pas impossible de composer des nuages factices qui, à l'imitation des nuages naturels, s'élèveraient dans les plus hautes régions des airs. Pour reproduire autant que possible les conditions que présente la nature, ils renfermèrent de la vapeur d'eau dans une enveloppe à la fois résistante et légère. Ce nuage factice s'élevait dans l'air, mais la température extérieure ramenait bientôt la vapeur à l'état liquide, l'enveloppe se mouillait, et l'appareil retombait sur le sol. Ils essayèrent sans plus de succès d'emmagasiner la fumée produite par la combustion du bois et dirigée dans une enveloppe de

toile. Le gaz reçu dans cette enveloppe se refroidissait et ne parvenait point à soulever le petit appareil.

Sur ces entrefaites parut en France la traduction de l'ouvrage de Priestley : *Des différentes espèces d'air*. Dans ce livre, qui devait exercer une influence décisive sur la création et le développement de la chimie, Priestley faisait connaître un grand nombre de gaz nouveaux ; il exposait en termes généraux les propriétés, les caractères, le poids spécifique, les différences relatives des fluides élastiques. Étienne Montgolfier lut cet ouvrage à Montpellier, où il se trouvait alors. En revenant à Annonay, il réfléchissait profondément sur les faits signalés par le physicien anglais, et c'est en montant la côte de Serrière qu'il fut frappé, dit-il dans son *Discours à l'Académie de Lyon*, de la possibilité de rendre l'air navigable en tirant parti de l'une des propriétés reconnues par Priestley aux fluides élastiques. Il suffisait, pour s'élever dans l'atmosphère, de renfermer dans une enveloppe d'un faible poids un gaz plus léger que l'air; l'appareil s'élèverait, en vertu de son excès de légèreté sur l'air environnant, jusqu'à ce qu'il rencontrât à une certaine hauteur des couches dont la pesanteur spécifique le maintînt en équilibre.

Rentré chez lui, Étienne Montgolfier se hâta de communiquer cette pensée à son frère, qui l'accueillit avec transport. Dès ce moment, ils furent certains de réussir dans leurs tentatives pour imiter et reproduire les nuages. Ils essayèrent d'abord de renfermer dans diverses enveloppes certains gaz plus légers que l'air. Le gaz inflammable, c'est-à-dire le gaz hydrogène, fut expérimenté l'un des premiers; mais l'enve-

loppe de papier dont ils se servirent était perméable au gaz, elle laissait transpirer l'hydrogène; l'air entrait à sa place, et le globe, un moment soulevé, ne tardait pas à redescendre. D'ailleurs, l'hydrogène était un gaz à peine observé à cette époque et encore très mal connu, la préparation en était difficile et coûteuse, on renonça à en faire usage.

Après avoir essayé quelques autres gaz ou vapeurs, les frères Montgolfier en vinrent à penser que l'électricité, qui, selon eux, était une des causes principales de l'ascension et de l'équilibre des nuages, pourrait aussi jouer un rôle dans l'ascension de leur appareil; ils cherchèrent donc à composer un gaz affectant des propriétés électriques. Ils pensèrent obtenir un gaz de cette nature en faisant un mélange d'une vapeur à propriétés alcalines avec une autre vapeur qui serait dépourvue de ces propriétés. Pour former un tel mélange, ils firent brûler ensemble de la paille légèrement mouillée et de la laine hachée, matière animale qui donne naissance, en brûlant, à des gaz qui présentent une réaction alcaline. Ils reconnurent que la combustion de ces deux corps au-dessous d'une enveloppe de toile ou de papier provoquait l'ascension rapide de l'appareil.

L'idée théorique qui amena les Montgolfier à la découverte des ballons ne supporte pas l'examen. C'est une de ces conceptions vagues et mal raisonnées, comme on en trouve tant à cette époque de renouvellement pour les sciences modernes. L'ascension de ces petits globes s'expliquait tout simplement par la dilatation de l'air échauffé, qui devient ainsi plus léger que l'air environnant, et tend dès lors à s'élever jus-

qu'à ce qu'il rencontre des couches d'une densité égale à la sienne. La fumée abondante produite par la combustion de la laine et de la paille mouillée ne faisait qu'augmenter le poids de l'air chaud, sans amener aucun des avantages sur lesquels les inventeurs avaient compté. De Saussure le prouva parfaitement l'année suivante, lorsque, pour terminer la discussion élevée à ce sujet entre les physiciens, il prit un petit ballon de papier ouvert à sa partie inférieure, et introduisit avec précaution dans son intérieur un fer à souder rougi à blanc. La petite machine se gonfla, quitta les mains de l'opérateur et s'éleva au plafond de l'appartement. Il fut bien démontré dès lors que la raréfaction de l'air par la chaleur était la seule cause du phénomène, et l'on cessa de donner le nom fort impropre de *gaz Montgolfier* au mélange gazeux qui déterminait l'ascension.

C'est à Avignon que se fit le premier essai d'un petit appareil fondé sur les principes que les frères Montgolfier avaient arrêtés entre eux. Au mois de novembre 1782, Étienne Montgolfier construisit un parallélipipède creux de soie, d'une capacité très petite, puisqu'il contenait seulement deux mètres cubes d'air, et il vit avec une joie facile à comprendre ce petit ballon s'élever au plafond de sa chambre. De retour à Annonay, il s'empressa de répéter l'expérience avec son frère. Ils opérèrent en plein air avec ce même appareil qui s'éleva devant eux à une grande hauteur.

Encouragés par ce résultat, les frères Montgolfier construisirent un ballon plus grand qui pouvait contenir vingt mètres cubes d'air. Ce nouvel essai réussit

parfaitement, car la machine s'éleva avec tant de force qu'elle brisa les cordes qui la retenaient, et alla tomber sur les coteaux voisins, après avoir atteint une hauteur de trois cents mètres.

Dès lors, certains du succès, ils s'appliquèrent à construire un appareil de grande dimension, et résolurent d'exécuter, sur une des places de la ville d'Annonay, une expérience solennelle pour faire connaître et constater publiquement leur découverte. L'expérience eut lieu le 4 juin 1783, en présence d'une foule immense. L'assemblée des états particuliers du Vivarais, qui siégeait en ce moment dans la ville d'Annonay, assista tout entière à cet essai mémorable. La machine aérostatique avait douze mètres de diamètre ; elle était construite avec de la toile d'emballage doublée de papier. A sa partie inférieure, on avait disposé un réchaud de fil de fer, sur lequel on brûla dix livres de paille mouillée et de laine hachée ; aussitôt elle fit effort pour se soulever, on l'abandonna à elle-même, et elle s'éleva, aux acclamations des spectateurs. En dix minutes, elle monta à cinq cents mètres de hauteur ; mais comme elle perdait la plus grande partie de son gaz par suite de la perméabilité de la toile et du papier, on la vit bientôt redescendre lentement vers la terre.

Un procès-verbal de cette belle expérience fut dressé par les membres des états du Vivarais et expédié à l'Académie des sciences de Paris. Sur la demande de M. de Breteuil, alors ministre, l'Académie nomma une commission pour prendre connaissance de ces faits. Lavoisier, Cadet, Condorcet, Desmaretz, l'abbé Bossut, Brisson, Leroy et Tillet composaient cette commission. Étienne Montgolfier fut mandé à Paris et

prévenu que l'expérience serait répétée prochainement aux frais de l'Académie.

Cependant la nouvelle de l'ascension d'Annonay avait causé à Paris une impression des plus vives. La curiosité du public et des savants était trop vivement excitée pour que l'on s'accommodât des lenteurs habituelles des commissions académiques. Il fallait à tout prix répéter l'expérience sous les yeux des Parisiens. Faujas de Saint-Fond, professeur au Jardin des plantes, ouvrit une souscription pour subvenir aux frais de l'entreprise; dix mille francs furent recueillis en quelques jours. Les frères Robert, habiles constructeurs d'instruments de physique, furent chargés d'édifier la machine; le professeur Charles, jeune alors et tout brillant de zèle, se chargea de diriger le travail.

Cette entreprise offrait beaucoup de difficultés, on le comprendra sans peine. Le procès-verbal de l'expérience de Montgolfier, les lettres d'Annonay qui en avaient raconté les détails, ne donnaient aucune indication sur la nature du gaz dont s'était servi l'inventeur : on se bornait à dire que la machine avait été *remplie avec un gaz moitié moins pesant que l'air ordinaire*. Charles ne perdit pas son temps à chercher quel était le gaz dont Montgolfier avait fait usage; il comprit que, puisque l'expérience avait réussi avec un gaz qui n'avait que la moitié du poids spécifique de l'air commun, elle réussirait bien mieux encore avec le gaz inflammable, ou gaz hydrogène, qui pèse quatorze fois moins que l'air. En conséquence, il se décida à remplir le ballon avec le gaz inflammable. Mais cette opération elle-même n'était pas sans difficultés : l'hydrogène était encore un gaz à peine connu; on ne

l'avait jamais préparé que dans les cours publics et en opérant sur de faibles quantités; les savants eux-mêmes ne le maniaient pas sans quelque crainte à cause des dangers qu'il présente par son inflammabilité. Or il fallait obtenir et accumuler dans un même réservoir plus de quarante mètres cubes de ce gaz.

Néanmoins on se mit à l'œuvre; on s'établit dans les ateliers des frères Robert, situés près de la place des Victoires. Il fallait, pour la première fois, imaginer et construire les appareils nécessaires à la préparation et à la conservation des gaz. Beaucoup de dispositions différentes furent essayées sans trop de succès; enfin, pour procéder au dégagement du gaz, on disposa l'appareil de la manière suivante : on prit un tonneau dans lequel on plaça de l'eau et de la limaille de fer; le fond supérieur de ce tonneau était percé de deux trous : l'un donnait passage à un tube de cuir destiné à conduire le gaz dans l'intérieur du ballon; l'autre était simplement fermé par un bouchon; par ce dernier orifice, on ajoutait successivement l'acide sulfurique qui devait donner naissance au gaz hydrogène en réagissant sur le fer; au moment de l'effervescence on ouvrait un robinet adapté au tube de cuir et le gaz s'introduisait dans le ballon. On voit, d'après ces dispositions grossières, combien on était encore peu avancé, à cette époque, dans l'art de manier les gaz, et l'on comprend quels obstacles il fallut surmonter avant d'atteindre au but définitif. Les difficultés furent telles qu'elles firent douter quelque temps du succès de l'entreprise. Ainsi la chaleur provoquée par l'action de l'acide sulfurique sur le fer était si élevée, qu'une grande quantité d'eau était réduite en va-

peurs ; ces vapeurs étaient mêlées d'acide sulfureux, car ce gaz prend naissance par suite de l'action de l'acide sulfurique sur le fer. Or ces vapeurs, rendues corrosives par la présence de l'acide sulfureux, attaquaient les parois du ballon ; une fois condensées, elles coulaient le long du taffetas et venaient se réunir à sa partie inférieure ; il fallait donc de temps en temps les faire écouler en ouvrant le robinet et en secouant le taffetas (1). De plus, la chaleur développée par la réaction se communiquait au tube de cuir et de là au ballon lui-même, et l'on était obligé, pour refroidir ses parois, de l'arroser sans cesse avec de petites pompes. Par suite de ces mauvaises dispositions et de la difficulté des manœuvres, on perdait la plus grande partie du gaz. Aussi quatre jours furent-ils nécessaires pour remplir le ballon. Nous donnerons une idée des pertes de tout genre éprouvées pendant ces opérations, en disant qu'il fallut employer mille livres de fer et cinq cents livres d'acide sulfurique pour remplir un ballon qui soulevait à peine un poids de dix-huit livres. Cependant, le quatrième jour, à force de soins et de peines, le ballon, aux deux tiers rempli, flottait dans l'atelier des frères Robert.

Le public avait connaissance de l'opération qui s'exécutait place des Victoires ; on se pressait en foule aux portes de la maison. Il fallut requérir l'assistance du guet pour contenir l'impatience des curieux. Enfin, le 27 août, tout se trouvant disposé pour l'expérience, on

(1) On évite aujourd'hui cet inconvénient en faisant passer le gaz hydrogène dans une cuve d'eau avant de le diriger dans le ballon ; le gaz se lave et se débarrasse ainsi de l'acide sulfureux, qui reste dissous dans l'eau.

s'occupa de transporter la machine au Champ de Mars, où devait s'effectuer son ascension. Pour éviter l'encombrement des curieux, la translation se fit à à deux heures du matin. Le ballon porté sur un brancard, s'avançait précédé de torches, escorté par un détachement du guet. L'obscurité de la nuit, la forme étrange et inconnue de ce globe immense, qui s'avançait lentement à travers les rues silencieuses, tout prêtait à cette scène nocturne un caractère particulier de mystère et d'étrangeté, et l'on vit sur la route des hommes du peuple, se rendant à leurs travaux, s'agenouiller devant le cortége, saisis d'une sorte de superstitieuse terreur.

Arrivé au Champ de Mars avant le jour, le ballon fut placé au milieu d'une enceinte disposée pour le recevoir; on le retint en place à l'aide de petites cordes fixées au méridien du globe et arrêtées dans des anneaux de fer plantés en terre. Dès que le jour parut, on s'occupa de préparer du gaz hydrogène pour achever de le remplir. A midi, il était prêt à s'élancer.

A trois heures, une foule immense se portait au Champ de Mars; la place était garnie de troupes, les avenues gardées de tous les côtés. Les bords de la rivière, l'amphithéâtre de Passy, l'École militaire, les Invalides et tous les abords du Champ de Mars étaient occupés par les curieux. Trois cent mille personnes, c'est-à-dire la moitié de la population de Paris, s'étaient donné rendez-vous en cet endroit. A cinq heures, un coup de canon annonça que l'expérience allait commencer; il servit en même temps d'avertissement pour les savants qui, placés sur la terrasse du Garde-Meuble, sur les tours de Notre-Dame et à l'École

militaire, devaient appliquer les instruments et le calcul à l'observation du phénomène. Délivré de ses liens, le globe s'élança avec une telle vitesse, qu'il fut porté en deux minutes à mille mètres de hauteur ; là il trouva un nuage obscur dans lequel il se perdit. Un second coup de canon annonça sa disparition ; mais on le vit bientôt percer la nue, reparaître un instant à une très grande élévation, et s'éclipser enfin dans d'autres nuages.

Un sentiment d'admiration et d'enthousiasme indicible s'empara alors de l'esprit des spectateurs. L'idée qu'un corps parti de la terre voyageait en ce moment dans l'espace avait quelque chose de si merveilleux, elle s'écartait si fort des lois ordinaires, que l'on ne pouvait se défendre des plus vives impressions. Beaucoup de personnes fondirent en larmes, d'autres s'embrassaient comme en délire. Les yeux fixés sur le même point du ciel, tous recevaient, sans songer à s'en garantir, une pluie violente qui ne cessait pas de tomber. La population de Paris, si avide d'émotions et de surprises, n'avait jamais assisté à un aussi curieux spectacle.

Le ballon ne fournit pas cependant toute la carrière qu'il aurait pu parcourir. Dans leur désir de lui donner une forme complétement sphérique et d'en augmenter ainsi le volume aux yeux des spectateurs, les frères Robert avaient voulu, contrairement à l'opinion de Charles, que le ballon fût entièrement gonflé au départ ; ils introduisirent même de l'air au moment de le lancer, afin de tendre toutes les parties de l'étoffe. L'expansion du gaz amena la rupture du ballon lorsqu'il fut parvenu dans une région élevée ;

il se fit à sa partie supérieure une déchirure de plusieurs pieds ; le gaz s'échappa, et le globe vint tomber lentement, après trois quarts d'heure de marche, auprès d'Écouen, à cinq lieues de Paris. Il s'abattit au milieu d'une troupe de paysans de Gonesse, que cette apparition frappa d'abord d'épouvante ; cependant ils ne tardèrent pas à se rassurer, et pour se venger de la terreur qu'ils avaient ressentie, ils se précipitèrent avec furie sur l'innocente machine, qui fut en quelques instants réduite en pièces. Le premier ballon à gaz hydrogène, ce bel instrument qui avait coûté tant de soins et de travaux, fut attaché à la queue d'un cheval et traîné pendant une heure à travers les champs, les fossés et les routes. Cet événement fit assez de bruit pour que le gouvernement crût nécessaire de publier un *Avis au peuple* touchant le passage et la chute des machines aérostatiques. Dans les derniers mois de 1783, cette instruction fut répandue dans toute la France (1).

(1) Voici le texte de cette pièce naïve où se trouve relaté le fait d'un ballon pris pour la lune. — *Avertissement au peuple sur l'enlèvement des ballons ou globes en l'air.* On a fait une découverte dont le gouvernement a jugé convenable de donner connaissance, afin de prévenir les terreurs qu'elle pourrait occasionner parmi le peuple. En calculant la différence de pesanteur entre l'air appelé inflammable et l'air de notre atmosphère, on a trouvé qu'un ballon rempli de cet air inflammable devait s'élever de lui-même dans le ciel jusqu'au moment où les deux airs seraient en équilibre, ce qui ne peut être qu'à une très grande hauteur. La première expérience a été faite à Annonay, en Vivarais, par les sieurs Montgolfier, inventeurs. Un globe de toile et de papier de cent cinq pieds de circonférence, rempli d'air inflammable, s'éleva de lui-même à une hauteur qu'on n'a pu calculer. La même expérience vient d'être renouvelée à Paris, le 27 août, à cinq heures du soir, en présence d'un nombre infini de personnes. Un globe de taffetas enduit de gomme élastique, de trente-six pieds de tour, s'est élevé du Champ de Mars jusque dans les nues, où on l'a perdu de vue. On se propose de répéter cette

Cependant Étienne Montgolfier était arrivé à Paris ; il avait assisté à l'ascension du Champ de Mars, et il prenait de son côté les dispositions nécessaires pour répéter, conformément au désir de l'Académie des sciences, l'expérience du *ballon à feu* telle qu'il l'avait exécutée à Annonay. Il s'établit dans les immenses jardins de son ami Réveillon ; ce même fabricant du faubourg Saint-Antoine dont la mort devait, quelques années après, marquer si tristement les premiers jours de la révolution française. L'aérostat que Montgolfier fit construire avait des dimensions considérables ; sa forme était assez bizarre : la partie moyenne représentait un prisme haut de huit mètres, le sommet une pyramide de la même hauteur, la partie inférieure un cône tronqué de six mètres, de telle sorte que la machine entière, de la base au sommet, comptait vingt-cinq mètres de hauteur sur quinze environ de diamètre. Elle était faite de toile d'emballage doublée d'un fort papier au dedans et au dehors, et pouvait enlever un poids de douze cent cinquante livres.

Le 11 septembre 1783, on fit le premier essai de cette belle machine ; on la vit se remplir en neuf minutes, se dresser sur elle-même, se gonfler et prendre

expérience avec des globes beaucoup plus gros. Chacun de ceux qui découvriront dans le ciel de pareils globes, qui présentent l'aspect de la lune obscurcie, doit donc être prévenu que, loin d'être un phénomène effrayant, ce n'est qu'une machine toujours composée de taffetas ou de toile légère recouverte de papier, qui ne peut causer aucun mal, et dont il est à présumer qu'on fera quelque jour des applications utiles aux besoins de la société.

Lu et approuvé, ce 3 septembre 1783.

DE SAUVIGNY.

une belle forme ; huit hommes qui la retenaient perdirent terre et furent soulevés à plusieurs pieds ; elle serait montée à une grande hauteur, si on ne lui eût opposé de nouvelles forces.

L'expérience fut répétée le lendemain devant les commissaires de l'Académie des sciences et en présence d'un nombre considérable de personnes. Les commissaires de l'Académie, Lavoisier, Cadet, Brisson, l'abbé Bossut et Desmaretz étant arrivés, on se disposa à gonfler le ballon. Cependant on vit avec inquiétude que l'horizon se couvrait de nuages épais et que l'on était menacé d'orage. Néanmoins le mauvais temps n'était pas décidé et il était possible que tout se passât sans pluie ; d'ailleurs les préparatifs étaient faits, une assemblée nombreuse brûlait du désir d'être témoin de l'expérience ; il aurait fallu beaucoup de temps pour démonter l'appareil : on se décida donc à remplir le ballon. On fit brûler au-dessous de l'orifice cinquante livres de paille en y ajoutant à diverses reprises une dizaine de livres de laine hachée. La machine se gonfla, perdit terre et se souleva, entraînant une charge de cinq cents livres. Si l'on eût alors coupé les cordes qui le retenaient, l'aérostat se serait élevé à une hauteur considérable ; mais on ne voulut pas le laisser partir. Montgolfier venait en effet de recevoir du roi l'ordre d'exécuter son expérience à Versailles, devant la cour. Par malheur, dans ce moment, la pluie redoubla de violence, le vent devint furieux, les efforts que l'on fit pour ramener à terre la machine la déchirèrent en plusieurs points. Le meilleur moyen de la sauver, était, comme le conseillait Argand, de la laisser partir. On ne voulut pas s'y résoudre. Il arriva dès

lors ce que l'on avait prévu. L'orage ayant redoublé, le tissu du ballon fut détrempé par la pluie qui l'inondait, et les coups multipliés du vent le déchirèrent en plusieurs endroits. Comme la pluie se soutint fort longtemps, il devint tout à fait impossible de manœuvrer la machine, qui demeura pendant vingt-quatre heures exposée au mauvais temps; les papiers se décollèrent et tombèrent en lambeaux, le canevas fut mis à découvert, et finalement elle fut mise tout à fait hors de service.

Il fallait cependant une expérience pour le 19 septembre à Versailles. Aidé de quelques amis, Montgolfier se remit à l'œuvre; on travailla avec tant d'empressement et d'ardeur, que cinq jours suffirent pour construire un autre aérostat; il avait fallu un mois pour achever le premier. Ce nouveau ballon, de forme entièrement sphérique, était construit avec beaucoup plus de solidité; il était d'une bonne et forte toile de coton; on l'avait même peint en détrempe. Il était bleu avec des ornements d'or, et présentait l'image d'une tente richement décorée. Le 19, au matin, il fut transporté à Versailles, où tout était disposé pour le recevoir.

Dans la grande cour du château, on avait élevé une vaste estrade percée en son milieu d'une ouverture circulaire de cinq mètres de diamètre destinée à loger le ballon; on circulait autour de cette estrade pour le service de la machine. Une garde nombreuse décrivait une double enceinte autour de ce vaste théâtre. La partie supérieure, ou le dôme du ballon, était déprimée et reposait sur la grande ouverture de l'échafaud à laquelle il servait de voûte; le reste des toiles était

abattu et se repliait circulairement autour de l'estrade, de telle sorte qu'en cet état la machine ne présentait aucune apparence et ne ressemblait qu'à un amas de toiles entassées et disposées sans ordre. Le réchaud de fil de fer qui devait servir à placer les combustibles reposait sur le sol. On enferma dans une cage d'osier suspendue à la partie inférieure de l'aérostat, un mouton, un coq et un canard, qui étaient ainsi destinés à devenir les premiers navigateurs aériens.

A dix heures du matin, la route de Paris à Versailles était couverte de voitures; on arrivait en foule de tous les côtés. A midi, la cour du château, la place d'armes et les avenues environnantes étaient inondées de spectateurs. Le roi descendit sur l'estrade avec sa famille; il fit le tour du ballon et se fit rendre compte par Montgolfier des dispositions et des préparatifs de l'expérience. A une heure, une décharge de mousqueterie annonça que la machine allait se remplir. On brûla quatre-vingts livres de paille et cinq livres de laine. La machine déploya ses replis, se gonfla rapidement et développa sa forme imposante. Une seconde décharge annonça qu'on était prêt à partir. A la troisième, les cordes furent coupées, et l'aérostat s'éleva pompeusement au milieu des acclamations de la foule. Il s'éleva d'abord à une grande hauteur en décrivant une ligne inclinée à l'horizon que le vent du sud le força de prendre; et demeura ensuite quelque temps immobile et produisant alors le plus bel effet. Cependant il ne resta que peu de temps en l'air. Une déchirure de sept pieds, amenée par un coup de vent subit au moment du départ, l'empêcha de se soutenir longtemps. Il tomba dix minutes après son ascension, à une lieue

de Versailles, dans le bois de Vaucresson. Deux gardes-chasse, qui se trouvaient dans le bois, virent la machine descendre avec lenteur et ployer les hautes branches des arbres sur lesquels elle se reposa. La corde qui retenait la cage d'osier s'embarrassa dans les rameaux, la cage tomba, les animaux en sortirent sans accident.

Le premier qui accourut pour dégager le ballon et pour reconnaître comment les animaux avaient supporté le voyage fut Pilâtre des Rosiers. Il suivait avec une passion ardente ces expériences, qui devaient faire un jour son martyre et sa gloire.

CHAPITRE II.

Premier voyage aérien exécuté par Pilâtre des Rosiers et le marquis d'Arlandes. — Ascension de Charles et Robert aux Tuileries.

On croyait désormais pouvoir avec quelque confiance transformer les ballons en appareils de navigation aérienne. Étienne Montgolfier se mit donc à construire, dans les jardins du faubourg Saint-Antoine, un ballon disposé de manière à recevoir des voyageurs. Les dimensions de cette nouvelle machine étaient très considérables; elle n'avait pas moins de vingt mètres de hauteur sur seize de diamètre, et pouvait contenir vingt mille mètres cubes d'air. On disposa autour de

la partie extérieure de l'orifice du ballon une galerie circulaire d'osier recouverte de toile et destinée à recevoir les aéronautes; cette galerie avait un mètre de large, une balustrade la protégeait et permettait d'y circuler commodément. On pouvait donc faire le tour de l'orifice extérieur de l'aérostat. L'ouverture de la machine était ainsi parfaitement libre, et c'est au milieu de cette ouverture que se trouvait, suspendu par des chaînes, le réchaud de fil de fer dont la combustion devait entraîner l'appareil. On avait emmagasiné dans une partie de la galerie une provision de paille pour donner aux aéronautes la faculté de s'élever à volonté en activant le feu.

Le ballon étant construit, on commença le 15 octobre à essayer de s'en servir comme d'un navire aérien. On le retenait captif au moyen de longues cordes qui ne lui permettaient de monter que jusqu'à une certaine hauteur. Pilâtre des Rosiers en fit l'essai le premier; il s'éleva à diverses reprises de toute la longueur des cordes. Les jours suivants, quelques autres personnes, enhardies par son exemple, l'accompagnèrent dans ces essais préliminaires qui donnaient beaucoup d'espoir pour le succès de l'expérience définitive. Tout le monde remarquait l'adresse de Pilâtre et l'intrépide ardeur avec laquelle il se livrait à ces difficiles manœuvres. Dans l'une de ces expériences, le ballon, chassé par le vent, vint tomber sur la cime des arbres du jardin de Réveillon; les assistants jetèrent un cri d'effroi, car la machine s'engageait dans les branches et menaçait de verser les voyageurs; mais Pilâtre, sans s'émouvoir, prit avec sa longue fourche de fer une énorme botte de paille qu'il jeta dans le feu :

la machine se dégagea aussitôt et remonta aux applaudissements des assistants.

On se pressait en foule à la porte du jardin de Réveillon pour contempler de loin ces curieuses manœuvres. Pendant les journées du 15, du 17 et du 19 octobre, l'affluence était si considérable dans le faubourg Saint-Antoine, sur les boulevards et jusqu'à la porte Saint-Martin, que sur tous ces points la circulation était devenue impossible. L'encombrement excessif des curieux dans les rues de la ville aurait pu amener des embarras ou des dangers; on se décida à faire l'ascension hors de Paris. Le dauphin offrit à Montgolfier les jardins de son château de la Muette, au bois de Boulogne.

Cependant, à mesure qu'approchait le moment décisif, Montgolfier hésitait; il concevait des craintes sur le sort réservé au courageux aéronaute qui ambitionnait l'honneur de tenter les hasards de la navigation aérienne. Il demandait, il exigeait des essais nouveaux. Il faut reconnaître, en effet, que le projet de Pilâtre avait de quoi effrayer les cœurs les plus intrépides. Quatre mois s'étaient à peine écoulés depuis la découverte des aérostats, et le temps n'avait pu permettre encore de bien apprécier toutes les conditions, tous les écueils d'une ascension à ballon perdu. On ne s'était pas encore avisé de munir les aérostats de cette soupape salutaire qui permet, en donnant issue au gaz intérieur, d'effectuer la descente sans difficulté ni embarras; d'ailleurs, avec les ballons à feu, ce moyen perd, comme on le sait, presque toute sa valeur. On n'avait pas encore imaginé ce *lest*, le *palladium* des aéronautes, qui permet de s'élever à vo-

lonté, et donne ainsi les moyens de choisir le lieu du débarquement. En outre, la présence d'un foyer incandescent au milieu d'une masse aussi inflammable que l'enveloppe d'un ballon ouvrait évidemment la porte à tous les dangers. Ce tissu de toile et de papier pouvait s'embraser au milieu des airs et précipiter les imprudents aéronautes; ou bien le feu venant à manquer par un accident quelconque, l'appareil était entraîné vers la terre par une chute terrible. Le combustible entassé dans la galérie offrait encore à l'incendie un aliment redoutable; la flamme du réchaud pouvait se communiquer à la paille, et propager ainsi la combustion à l'enveloppe du ballon; enfin des flammèches tombées du foyer pouvaient, au milieu des campagnes, descendre sur les granges et les édifices.

Ainsi Montgolfier temporisait et demandait de nouvelles expériences. A l'exemple de toutes les commissions académiques, la commission de l'Académie des sciences ne se prononçait pas. Le roi eut connaissance de ces difficultés. Après mûr examen, il s'opposa à l'expérience, et donna au lieutenant de police l'ordre d'empêcher le départ. Il permettait seulement que l'expérience fût tentée avec deux condamnés que l'on embarquerait dans la machine.

Pilâtre des Rosiers s'indigne à cette proposition : « Eh quoi! de vils criminels auraient les premiers la gloire de s'élever dans les airs! Non, non, cela ne sera point! » Il conjure, il supplie, il s'agite de cent manières, il remue la ville et la cour; il s'adresse aux personnes le plus en faveur à Versailles, il s'empare de la duchesse de Polignac, gouvernante des enfants

de France et toute-puissante sur l'esprit de Louis XVI. Celle-ci plaide chaleureusement sa cause auprès du roi. Le marquis d'Arlandes, gentilhomme du Languedoc, major dans un régiment d'infanterie, avait fait avec lui une ascension en ballon captif; Pilâtre le dépêche vers le roi. Le marquis d'Arlandes proteste que l'ascension ne présente aucun danger, et, comme preuve de son affirmation, il offre d'accompagner Pilâtre dans son voyage aérien. Sollicité de tous les côtés, vaincu par tant d'instances, Louis XVI se rendit.

Le 21 novembre 1783, à une heure de l'après-midi, en présence du dauphin et de sa suite, rassemblés dans les beaux jardins de la Muette, Pilâtre des Rosiers et le marquis d'Arlandes exécutèrent ensemble le premier voyage aérien. Malgré un vent assez violent et un ciel orageux, la machine s'éleva rapidement. Arrivés à la hauteur de cent mètres, les voyageurs agitèrent leurs chapeaux pour saluer la multitude qui s'agitait au-dessous d'eux, partagée entre l'admiration et la crainte. La machine continua de s'élever majestueusement, et bientôt il ne fut plus possible de distinguer les nouveaux Argonautes. On vit l'aérostat longer l'île des Cygnes et filer au-dessus de la Seine, jusqu'à la barrière de la Conférence, où il traversa la rivière. Il se maintenait toujours à une très grande hauteur, de telle manière que les habitants de Paris, qui accouraient en foule de toutes parts, pouvaient l'apercevoir du fond des rues les plus étroites. Les tours de Notre-Dame étaient couvertes de curieux, et la machine, en passant entre le soleil et le point qui correspondait à l'une des tours, y produisit une éclipse

d'un nouveau genre. Enfin l'aérostat, s'élevant ou s'abaissant plus ou moins en raison de la manœuvre des voyageurs aériens, passa entre l'hôtel des Invalides et l'École militaire, et après avoir plané sur les Missions étrangères, s'approcha de Saint-Sulpice. Alors les navigateurs, ayant forcé le feu pour quitter Paris, s'élevèrent et trouvèrent un courant d'air qui, les dirigeant vers le sud, leur fit dépasser le boulevard, et les porta dans la plaine, au delà du mur d'enceinte, entre la barrière d'Enfer et la barrière d'Italie. Le marquis d'Arlandes, trouvant que l'expérience était complète et pensant qu'il était inutile d'aller plus loin dans un premier essai, cria à son compagnon : « Pied à terre ! » Ils cessèrent le feu, la machine s'abattit lentement, et se reposa sur la *Butte aux Cailles*, entre le Moulin-Vieux et le Moulin-des-Merveilles.

En touchant la terre, le ballon s'affaissa presque entièrement sur lui-même. Le marquis d'Arlandes sauta hors de la galerie; mais Pilâtre des Rosiers s'embarrassa dans les toiles et demeura quelque temps comme enseveli sous les plis de la machine qui s'était abattue de son côté. Était-ce là un présage et comme un sinistre avertissement du sort terrible qui lui était réservé?

La machine fut repliée, mise dans une voiture et ramenée dans les ateliers du faubourg Saint-Antoine. Les voyageurs n'avaient ressenti, durant le trajet, aucune impression pénible; ils étaient tout entiers à l'orgueil et à la joie de leur triomphe. Le marquis d'Arlandes monta aussitôt à cheval et vint rejoindre ses amis au château de la Muette. On l'accueillit avec des pleurs de joie et d'ivresse. Parmi les personnes

qui avaient assisté aux préparatifs du voyage, on remarquait Benjamin Franklin ; on aurait dit que le nouveau monde l'avait envoyé pour être témoin de cet événement mémorable. C'est à cette occasion que Franklin prononça un mot souvent répété. On disait devant lui : « A quoi peuvent servir les ballons ? — A quoi peut servir l'enfant qui vient de naître ? » répliqua le philosophe américain (1).

Le but que Pilâtre des Rosiers s'était proposé dans cette périlleuse entreprise était avant tout scientifique. Il fallait, sans plus tarder, s'efforcer de tirer parti, pour l'avancement de la physique et de la météorologie, de ce moyen si brillant et si nouveau d'expérimentation. Mais on reconnut bien vite que l'appareil dont Pilâtre s'était servi, c'est-à-dire le ballon à feu ou la *Montgolfière*, comme on l'appelait déjà, ne pouvait rendre, à ce point de vue, que de médiocres services. En effet, le poids de la quantité considérable de combustibles que l'on devait emporter, joint à la faible différence qui existe entre la densité de l'air échauffé et la densité de l'air ordinaire, ne permettait pas d'atteindre de grandes hauteurs. En outre, la nécessité constante d'alimenter le feu absorbait tous les moments des aéronautes, et leur ôtait les moyens de se livrer aux expériences et à l'observation des instruments. On comprit dès lors que les ballons à gaz hydrogène pouvaient seuls offrir la sécurité et la commodité indispensables à l'exécution des voyages aériens. Aussi, quelques jours après, deux

(1) Voyez à la fin du volume (note Ire) la relation faite par Pilâtre des Rosiers de ce premier voyage aérien.

hardis expérimentateurs, Charles et Robert, annonçaient par la voie des journaux le programme d'une ascension dans un aérostat à gaz inflammable. Ils ouvrirent une souscription de dix mille francs pour *un globe de soie devant porter deux voyageurs, lesquels s'enlèveraient à ballon perdu, et tenteraient en l'air des observations et des expériences de physique.* La souscription fut remplie en quelques jours.

Le voyage aérien de Pilâtre des Rosiers et du marquis d'Arlandes avait été surtout un trait d'audace. Sur la foi de leur courage et sans aucune des précautions les plus naturelles, ils avaient accompli l'une des entreprises les plus extraordinaires que l'homme ait jamais exécutées ; l'ascension de Charles et Robert présenta des conditions toutes différentes. Préparée avec maturité, calculée avec une rare intelligence, elle révéla tous les services que peut rendre dans un cas pareil le secours des connaissances scientifiques. On peut dire qu'à propos de cette ascension, Charles créa tout d'un coup et tout d'une pièce l'art de l'aérostation. En effet, c'est à ce sujet qu'il imagina : la soupape qui donne issue au gaz hydrogène et détermine ainsi la descente lente et graduelle de l'aérostat, — la nacelle où s'embarquent les voyageurs, — le filet qui supporte et soutient la nacelle, — le lest qui règle l'ascension et modère la descente, — l'enduit de caoutchouc appliqué sur le tissu du ballon, qui rend l'enveloppe imperméable et prévient la déperdition du gaz ; — enfin l'usage du baromètre, qui sert à mesurer à chaque instant, par l'élévation ou la dépression du mercure, les hauteurs que l'aéronaute occupe dans l'atmosphère. Pour cette première ascension, Charles créa donc tous les

moyens, tous les artifices, toutes les précautions ingénieuses qui composent l'art de l'aérostation. On n'a rien changé et l'on n'a presque rien ajouté depuis cette époque aux dispositions imaginées par ce physicien.

C'est au talent dont il fit preuve dans cette circonstance que Charles a dû de préserver sa mémoire de l'oubli. Quoique physicien très habile et très exercé, Charles n'a laissé presque aucun travail dans la science et n'a rien publié sur la physique. Seulement, il avait acquis, comme professeur, une réputation considérable. On accourait en foule à ses leçons. Les découvertes de Franklin avaient mis à la mode les expériences sur l'électricité; Charles avait formé un magnifique cabinet de physique, et il faisait, dans une des salles du Louvre, des cours publics où tout Paris venait l'entendre. Son enseignement a laissé des souvenirs qui ne sont pas encore effacés. Il avait surtout l'art de donner à ses expériences une sorte de grandeur théâtrale qui étonnait toujours et frappait très vivement les esprits. S'il étudiait la chaleur rayonnante, il incendiait des corps à des distances extraordinaires; dans ses démonstrations du microscope, il amplifiait les objets de manière à obtenir des grossissements énormes; dans ses leçons sur l'électricité, il foudroyait des animaux, et s'il voulait montrer l'existence de l'électricité libre dans l'atmosphère, il faisait descendre le fluide des nuages, et tirait de ses conducteurs des étincelles de dix pieds de long qui éclataient avec le bruit d'une arme à feu. La clarté de ses démonstrations, l'élégance de sa parole, sa stature élevée, la beauté de ses traits, la sonorité de sa voix, et jusqu'à sa mise

étrange, composée d'un costume à la Franklin, tout ajoutait à l'effet de ses discours. C'est ainsi que le professeur Charles était parvenu à obtenir dans Paris une renommée immense. Aussi, lorsqu'au 10 août le peuple envahit les Tuileries et le Louvre où il s'était logé, on respecta sa demeure et l'on passa en silence devant le savant illustre dont tout Paris avait écouté et applaudi les leçons (1).

Un mois avait suffi au zèle et à l'heureuse intelligence de Charles pour disposer tous les moyens ingénieux et nouveaux dont il enrichissait l'art naissant de l'aérostation. Le 26 novembre 1783, un ballon de neuf mètres de diamètre, muni de son filet et de sa nacelle, était suspendu au milieu de la grande allée des Tuileries en face du château. Le grand bassin situé devant

(1) C'est le physicien Charles qui a été le héros de l'aventure, assez connue d'ailleurs, où Marat joua un rôle si bien en rapport avec ses habitudes et son caractère. Tout le monde sait que Marat était médecin, et que dans sa jeunesse il s'était occupé de travaux relatifs à la physique ; il a même écrit un ouvrage sur l'optique, dans lequel il combat les vues de Newton. Marat se présente un jour chez le professeur Charles pour lui exposer ses idées touchant les théories de Newton et pour lui proposer quelques objections relativement aux phénomènes électriques qui faisaient grand bruit à cette époque. Charles ne partageait aucune des opinions de son interlocuteur, et il ne se fit pas scrupule de les combattre. Marat oppose l'emportement à la raison ; chaque argument nouveau ajoute à sa fureur, il se contient avec peine ; enfin, à un dernier trait, sa colère déborde, il tire une petite épée qu'il portait toujours et se précipite sur son adversaire. Charles était sans armes, mais sa vigueur et son adresse ont bientôt triomphé de l'aveugle fureur de Marat. Il lui arrache son épée, la brise sur son genou, et en jette à terre les débris. Succombant à la honte et à la colère, Marat perdit connaissance : on le porta chez lui évanoui. Quelques années après, aux jours de la sinistre puissance de Marat, le souvenir de cette scène troublait singulièrement le repos du professeur Charles. Heureusement l'*Ami du peuple* avait oublié les injures du physicien.

le pavillon de l'Horloge reçut l'appareil pour la production de l'hydrogène, qui se composait de vingt-cinq tonneaux munis de tuyaux de plomb, aboutissant à une cuve remplie d'eau destinée à laver le gaz. Un tube d'un plus grand diamètre dirigeait l'hydrogène dans l'intérieur du ballon. Cette opération fut lente et présenta quelques difficultés; elle ne fut pas même sans dangers. Dans la nuit, un lampion ayant été placé trop près de l'un des tonneaux, le gaz s'enflamma, et il y eut une explosion terrible. Heureusement un robinet fermé à temps empêcha l'incendie de se propager jusqu'au ballon. Tout fut réparé, et quelques jours après le ballon était rempli.

Le 1er décembre 1783, la moitié de Paris se pressait aux environs du château des Tuileries; à midi, les corps académiques et les souscripteurs qui avaient payé leur place quatre louis furent introduits dans une enceinte particulière construite pour eux autour du bassin. Les simples souscripteurs à trois francs le billet se répandirent dans le reste du jardin. A l'extérieur, les fenêtres, les combles et les toits, les quais qui longent les Tuileries, le Pont-Royal et la place Louis XV, étaient couverts d'une foule immense. Le ballon gonflé de gaz se balançait et ondulait mollement dans l'air; c'était un globe de soie à bandes alternativement jaunes et rouges. Le char placé au-dessous était bleu et or.

Cependant le bruit se répand dans la foule que Charles et Robert ont reçu un ordre du roi, qui, en raison du danger de l'expérience, leur défend de monter dans la nacelle. On ne savait pas précisément ce qui avait pu inspirer au roi une telle sollicitude, mais

le fait était certain. Charles, indigné, se rend aussitôt chez le ministre, le baron de Breteuil, qui donnait dans ce moment son audience, et lui représente avec force que le roi est maître de sa vie, mais non de son honneur; qu'il a pris avec le public des engagements sacrés qu'il ne peut trahir, et qu'il se brûlera la cervelle plutôt que d'y manquer; qu'au surplus c'est une pitié fausse et cruelle que l'on a inspirée au roi. Le baron de Breteuil comprit tout le fondement de ces reproches, et n'ayant pas le temps d'instruire le roi des difficultés que son ordre avait provoquées, il prit sur lui d'en autoriser la transgression.

On continuait néanmoins à affirmer, parmi les spectateurs réunis aux Tuileries, que l'ascension n'aurait pas lieu. Les partisans de Montgolfier et ceux du professeur Charles étaient divisés en deux camps ennemis et cherchaient tous les moyens de se combattre. On prétendait que la défense du roi avait été secrètement sollicitée par Charles et Robert pour se dispenser de monter dans la nacelle. Ces discours calomnieux étaient soutenus par l'épigramme suivante que l'on distribuait à profusion dans la foule :

Profitez bien, Messieurs, de la commune erreur.
La recette est considérable :
C'est un tour de Robert le Diable,
Mais non pas de Richard-sans-Peur.

Ces propos méchants ne tardèrent pas à être démentis. En effet, à une heure et demie, le bruit du canon annonce que l'ascension va s'exécuter. La nacelle est lestée, on la charge des approvisionnements

et des instruments nécessaires. Pour connaître la direction du vent, on commence par lancer un petit ballon de soie verte, de deux mètres de diamètre. Charles s'avance vers Étienne Montgolfier, tenant ce petit ballon à l'aide d'une corde, et il le prie de vouloir bien le lancer lui-même : « C'est à vous, monsieur, lui dit-il, qu'il appartient de nous ouvrir la route des cieux. » Le public comprit le bon goût et la délicatesse de cette pensée, il applaudit ; le petit aérostat s'envola vers le nord-est, faisant reluire au soleil sa brillante couleur d'émeraude.

Le canon retentit une seconde fois : les voyageurs prennent place dans la nacelle, et bientôt le ballon s'élève avec une majestueuse lenteur. L'admiration et l'enthousiasme éclatent alors de toutes parts ; des applaudissements immenses ébranlent les airs, les soldats rangés autour de l'enceinte présentent les armes, les officiers saluent de leur épée, et la machine continue de s'élever doucement au milieu des acclamations de trois cent mille spectateurs.

Le ballon, arrivé à la hauteur de Monceau, resta un moment stationnaire ; il vira ensuite de bord, et suivit la direction du vent. Il traversa une première fois la Seine entre Saint-Ouen et Asnières, la passa une seconde fois non loin d'Argenteuil, et plana successivement sur Sannois, Franconville, Eau-Bonne, Saint-Leu-Taverny, Villiers et l'Ile-Adam. Après un trajet d'environ neuf lieues, en s'abaissant et s'élevant à volonté au moyen du lest qu'ils jetaient, les voyageurs descendirent à quatre heures moins un quart dans la prairie de Nesles, à neuf lieues de Paris. Robert descendit du char, et Charles repartit seul. En moins de

dix minutes, il parvint à une hauteur de près de quatre mille mètres. Là il se livra à de rapides observations de physique. Une demi-heure après, le ballon redescendait doucement à deux lieues de son second point de départ. Charles fut reçu à sa descente par M. Farrer, gentilhomme anglais, qui le conduisit à son château où il passa la nuit (1).

Quand les détails de cette belle excursion aérienne furent connus dans Paris, ils y causèrent une sensation extraordinaire. Le lendemain une foule considérable se rassemblait devant la demeure de Charles pour le féliciter, il n'était pas encore de retour et à son arrivée il reçut du peuple une véritable ovation. Lorsqu'il se rendit au Palais-Royal pour remercier le duc de Chartres, au sortir du palais on le prit sur le perron et on le porta en triomphe jusqu'à sa voiture.

Les récompenses académiques ne manquèrent pas non plus aux courageux voyageurs. Dans sa séance du 9 décembre, l'Académie des sciences de Paris, présidée par M. de Saron, décerna le titre d'associé surnuméraire à Charles et à Robert, ainsi qu'à Pilâtre des Rosiers et au marquis d'Arlandes. Enfin, le roi accorda au premier une pension de deux mille livres. Il voulut même que l'Académie des siences ajoutât le nom de Charles à celui de Montgolfier sur la médaille qu'elle se proposait de consacrer à l'invention des aérostats. Charles aurait dû avoir le bon goût ou la modestie de refuser cet honneur. Il avait sans nul doute perfectionné les aérostats et indiqué les moyens

(1) Voyez à la fin du volume (note II) la relation que Charles nous a laissée de son voyage aérien.

de rendre praticables les voyages aériens; mais le mérite tout entier de l'invention réside évidemment dans le principe que les Montgolfier avaient pour la première fois mis en pratique : la gloire de la découverte devait leur revenir sans partage.

Après cette ascension mémorable, qui porta si loin la renommée de Charles, on est étonné d'apprendre que ce physicien ne recommença jamais l'expérience et que le cours de sa carrière aérostatique ne s'étendit pas davantage. Comment le désir de féconder et d'étendre sa découverte ne l'entraîna-t-il pas cent fois au sein des nuages? On l'ignore (1). C'est sans doute le cas de répéter le mot du grand Condé : « Il eut du courage ce jour-là. »

CHAPITRE III.

Troisième voyage aérien exécuté à Lyon, ascension du ballon le *Flesselles*. — Première ascension de Blanchard au Champ de Mars de Paris. — Voyage aérien de Proust et Pilâtre des Rosiers à Versailles. — Ascension du duc de Chartres à Saint-Cloud. — Blanchard traverse en ballon le Pas-de-Calais. — Mort de Pilâtre des Rosiers.

L'intrépidité et la science des premiers navigateurs aériens avaient ouvert dans les cieux une route nouvelle; elle fut suivie avec une incomparable ardeur.

(1) On a dit qu'en descendant de sa nacelle, Charles avait juré de ne plus s'exposer à ces périlleuses expéditions, tant avait été forte l'impression qu'il ressentit au moment où. Robert étant descendu, la machine, subitement déchargée de ce poids, l'emporta dans les airs avec la rapidité d'une flèche.

En France et dans les autres parties de l'Europe, on vit bientôt s'accomplir un grand nombre de voyages aérostatiques. Cependant, pour ne pas étendre hors de toute proportion les bornes de cette Notice, nous nous contenterons de citer les ascensions les plus remarquables.

Lyon n'avait encore été témoin d'aucune expérience aérostatique; c'est dans cette ville que s'exécuta le troisième voyage aérien.

Au mois d'octobre 1783, quelques personnes distinguées de Lyon voulurent répéter l'expérience exécutée à Versailles par Montgolfier. M. de Flesselles, intendant de la province, ouvrit une souscription qui fut promptement remplie, et sur ces entrefaites, Montgolfier étant arrivé à Lyon, on le pria de vouloir bien diriger lui-même la construction de la machine. On se proposait de fabriquer un aérostat d'un très grand volume qui enlèverait un cheval ou quelques autres animaux. Montgolfier fit construire un aérostat immense; il avait quarante-trois mètres de hauteur et trente-cinq de diamètre. C'est la plus vaste machine qui se soit jamais élevée dans les airs. Seulement on avait visé à l'économie, et l'on n'avait obtenu qu'un appareil de construction assez grossière, formé d'une double enveloppe de toile d'emballage recouvrant trois feuilles d'un fort papier. Les travaux étaient fort avancés, lorsqu'on reçut la nouvelle de l'ascension de Charles aux Tuileries, événement qui produisit en France une sensation extraordinaire. Aussitôt le comte de Laurencin, associé de l'Académie de Lyon, demanda que la destination de l'aérostat fût changée, et qu'on le consacrât à entre-

prendre un voyage aérien. Trente ou quarante personnes se firent inscrire à la suite de Montgolfier et du comte de Laurencin pour prendre part au voyage; Pilâtre des Rosiers arriva de Paris avec le même projet, il était accompagné du comte de Dampierre, du comte de Laporte et du prince Charles, fils aîné du prince de Ligne. On ne se proposait rien moins que de se rendre, par la voie de l'air, à Marseille, à Avignon ou à Paris, selon la direction du vent.

Cependant Pilâtre des Rosiers reconnut avec chagrin que cette immense machine, conçue dans un autre but, était tout à fait impropre à porter des voyageurs. Il proposa et fit exécuter, avec l'assentiment de Montgolfier, différentes modifications pour l'approprier à sa destination nouvelle. Elles ne se firent qu'avec beaucoup de difficultés et à travers mille obstacles. En outre, le mauvais temps qui ne cessa de régner pendant trois mois, endommagea beaucoup la gigantesque machine. On ne put la transporter aux Brotteaux sans des peines infinies. Il y eut de très longs retards dans les préparatifs et les essais préliminaires; on fut obligé de remettre plusieurs fois le départ, et lorsque vint enfin le jour fixe pour l'ascension, la neige, qui tomba en grande quantité, nécessita un nouvel ajournement. Les habitants de Lyon, qui n'avaient encore assisté à aucune expérience aérostatique, doutaient fort du succès et n'épargnaient pas les épigrammes. Le comte de Laurencin, un des futurs matelots de ce vaste équipage, reçut le quatrain suivant :

Fiers assiégeants du séjour du tonnerre,
Calmez votre colère.

Eh! ne voyez-vous pas que Jupiter tremblant
Vous demande la paix par son pavillon blanc?

Le trait était vif. M. de Laurencin, qui n'était pas poëte, mais qui ne manquait ni de cœur ni d'esprit, répondit, en prose, qu'il se chargeait d'aller chercher lui-même les clauses de l'armistice.

Cependant les aéronautes piqués au jeu, accélérèrent leurs préparatifs, et quelques jours après tout fut disposé pour l'ascension. Elle se fit aux Brotteaux le 5 janvier 1784. En dix-sept minutes, le ballon fut gonflé et prêt à partir. Six voyageurs montèrent dans la galerie : c'étaient Joseph Montgolfier, à qui l'on avait décerné le commandement de l'équipage, Pilâtre des Rosiers, le prince de Ligne, le comte de Laurencin, le comte de Dampierre et le comte de Laporte d'Anglefort.

La machine avait considérablement souffert par la neige et la gelée, elle était criblée de trous, le filet, qu'un accident avait détruit quelques jours auparavant, était remplacé par seize cordes qui ne pesaient pas également sur toutes les parties du globe et contrariaient son équilibre; aussi Pilâtre des Rosiers reconnut bien vite que l'expérience tournerait mal si l'on persistait à prendre six voyageurs; trois personnes étaient la seule charge que l'aérostat pût supporter sans danger. Mais toutes ses observations furent inutiles : personne ne voulut consentir à descendre; quelques uns de ces gentilshommes intraitables allèrent même jusqu'à porter la main à la garde de leur ép'e pour défendre leurs droits. C'est en vain que l'on offrit de tirer les noms au sort : il fallut donner le signal du départ. Tout n'était pas fini : les cordes

qui retenaient l'aérostat étaient à peine coupées et la machine commençait seulement à perdre terre, lorsque l'on vit un jeune négociant de la ville, nommé Fontaine, qui avait pris quelque part à la construction de la machine, s'élancer d'une enjambée dans la galerie, et au risque de faire chavirer l'équipage, s'installer de force au milieu des voyageurs. On renforça le feu, et malgré cette nouvelle surcharge, l'aérostat commença de s'élever.

On comprendra aisément l'admiration que dut faire éclater dans la foule l'ascension de cet énorme ballon, dont la voûte offrait les dimensions de la coupole de la Halle aux blés de Paris. Il avait la forme d'une sphère terminée à sa partie inférieure par un cône tronqué autour duquel régnait une large galerie où se tenaient les sept voyageurs. La calotte supérieure était blanche, le reste grisâtre et le cône composé de bandes de laine de différentes couleurs. Aux deux côtés du globe étaient attachés deux médaillons, dont l'un représentait l'Histoire et l'autre la Renommée. Enfin il portait un pavillon aux armes de l'intendant de la province avec ces mots : le *Flesselles.*

Le ballon n'était pas depuis un quart d'heure dans les airs, quand il se fit dans l'enveloppe une déchirure de quinze mètres de long. Le volume énorme de la machine, le nombre des voyageurs, le poids excessif du lest, le mauvais état des toiles fatiguées par de trop longues manœuvres, tout avait rendu inévitable cet accident, qui faillit avoir des suites funestes. Parvenu en ce moment à huit cents mètres de hauteur, l'aérostat s'abattit avec une rapidité effrayante. On vit aussitôt, à en croire les relations de l'époque, soixante

mille personnes courir vers l'endroit où la machine allait tomber. Heureusement, et grâce à l'adresse de Pilâtre, cette descente rapide n'entraîna pas de suites graves, et les voyageurs en furent quittes pour un choc un peu rude. On aida les aéronautes à se dégager des toiles qui les enveloppaient. Joseph Montgolfier avait été le plus maltraité.

Cette ascension fit beaucoup de bruit et fut très diversement jugée. Les journaux du temps qui sont remplis de détails à ce sujet en donnèrent les appréciations les plus opposées. En définitive, l'entreprise parut avoir échoué, mais ses courageux auteurs reçurent les hommages qui leur étaient dus. M. Mathon de Lacour, directeur de l'Académie de Lyon, raconte ainsi l'accueil qu'ils reçurent dans la soirée :

« Le même jour, dit M. Mathon de Lacour, on devait donner l'opéra d'*Iphygénie en Aulide*, le public s'y porta en foule dans l'espérance d'y voir les voyageurs aériens. Le spectacle était commencé lorsque M. et madame de Flesselles entrèrent dans leur loge, accompagnés de MM. Montgolfier et Pilâtre des Rosiers. Les applaudissements et les cris se firent entendre dans toute la salle ; les autres voyageurs furent reçus avec le même transport. Le parterre cria de recommencer le spectacle, et l'on baissa la toile ; quelques minutes après, la toile fut levée, et l'acteur qui remplissait le rôle d'Agamemnon s'avança avec des couronnes que madame l'intendante distribua elle-même aux illustres voyageurs. M. Pilâtre des Rosiers posa celle qu'il avait reçue sur la tête de M. de Montgolfier, et le prince Charles posa aussi celle qu'on lui avait offerte sur la tête de madame de Montgolfier. L'acteur qui était rentré dans sa tente, en sortit pour chanter un couplet qui fut vivement applaudi. Quelqu'un ayant indiqué à M. l'intendant l'un des voyageurs (M. Fontaine), qui se trouvait au parterre, M. l'intendant et M. de Fay, commandant, descendirent pendant l'entr'acte et lui apportèrent la couronne. Quand l'actrice qui jouait le rôle de Clytemnestre chanta le morceau :

Que j'aime à voir ces hommages flatteurs!...

le public en fit aussitôt l'application et fit recommencer le morceau, que l'actrice répéta en se tournant vers les loges où étaient les voyageurs; après le spectacle, ils furent reconduits avec les mêmes applaudissements; ils soupèrent chez M. le commandant, et on ne cessa pendant toute la nuit de leur donner des sérénades.

» Deux jours après, M. Pilâtre des Rosiers, ayant paru au bal, y reçut de nouveaux témoignages de la plus vive admiration; et le jeudi 22, lorsqu'il partit pour Dijon, pour se rendre de là à Paris, il fut accompagné comme en triomphe par une cavalcade nombreuse des jeunes gens les plus distingués de la ville. »

Cependant, l'opinion générale était pour les mécontents. On chansonna les voyageurs, on chansonna l'aérostat lui-même. On fut injuste envers les hardis matelots du *Flesselles*. C'est ainsi que le *Journal de Paris*, qui raconte avec tant de complaisance les ascensions aérostatiques de cette époque, ne consacre que quelques lignes au récit de ce voyage qu'il avait annoncé trois mois auparavant avec beaucoup de pompe. Enfin, on fit courir à Paris le quatrain suivant :

Vous venez de Lyon ; parlez-nous sans mystère :
Le globe est-il parti? Le fait est-il certain?
— Je l'ai vu. — Dites-nous: allait-il bien grand train?
— S'il allait... Oh! monsieur, il allait ventre à terre.

L'épigramme et l'esprit étaient l'arme innocente de ces temps heureux.

Le quatrième voyage aérien eut lieu en Italie. Le chevalier Andréani fit construire par les frères Gerli, architectes, une magnifique montgolfière, et il rendit les habitants de Milan témoins d'une belle ascension

qu'il exécuta lui-même, et qui ne présenta d'ailleurs aucune circonstance digne d'être notée.

C'est à cette époque qu'eut lieu à Paris la première ascension de Blanchard, dont le nom était destiné à devenir fameux dans les fastes de l'aérostation. Avant la découverte des ballons, Blanchard, qui possédait le génie ou tout au moins le goût des arts mécaniques, s'était appliqué à trouver un mécanisme propre à naviguer dans les airs. Il avait construit un *bateau volant*, machine atmosphérique armée de rames et d'agrès, avec laquelle il se soutenait quelque temps dans l'air à quatre-vingts pieds de hauteur. En 1782, il avait exposé sa machine dans les jardins du grand hôtel de la rue Taranne, où se trouve aujourd'hui un établissement de bains. La découverte des aérostats qui survint sur ces entrefaites détermina Blanchard à abandonner les recherches de ce genre, et il se fit aéronaute.

Sa première ascension au Champ de Mars présenta une circonstance digne d'être notée au point de vue scientifique; c'est le 2 mars 1784 qu'elle fut exécutée, en présence de tout Paris, que le brillant succès des expériences précédentes avait rendu singulièrement avide de ce genre de spectacle. Blanchard avait jugé utile d'adapter à son ballon les rames et le mécanisme qui faisaient mouvoir son bateau volant ; il espérait en tirer parti pour se diriger ou pour résister à l'impulsion de l'air. Il monta dans la nacelle ayant à ses côtés un moine bénédictin, le physicien dom Pech, enthousiaste des ballons. On coupa les cordes; mais le ballon ne s'éleva pas au delà de cinq mètres, il s'était troué pendant les manœuvres,

et le poids qu'il devait entraîner était trop lourd pour son volume. Il tomba rudement par terre et la nacelle éprouva un choc des plus violents. Le bon père jugea prudent de quitter la place. Blanchard répara promptement le dommage et il s'apprêtait à repartir seul, lorsqu'un jeune homme perce la foule, se jette dans la nacelle et veut absolument partir avec lui. Toutes les remontrances, toutes les prières de Blanchard furent inutiles : « Le roi me l'a permis ! » criait l'obstiné. Blanchard, ennuyé du contre-temps, le saisit au corps pour le précipiter de la nacelle, mais le jeune homme tire son épée, fond sur lui et le blesse au poignet. On se saisit enfin de ce dangereux amateur, et Blanchard put s'élancer. On a prétendu que ce jeune homme n'était rien moins que Bonaparte alors élève à l'École militaire. Dans ses mémoires, Napoléon a pris la peine de démentir ce fait. Le jeune homme dont il s'agit était un de ses camarades, nommé Dupont de Chambon, élève comme lui de l'École militaire, et qui avait fait avec ses camarades le pari de monter dans le ballon.

Blanchard s'éleva au-dessus de Passy, et vint descendre dans la plaine de Billancourt, près de la manufacture de Sèvres ; il ne resta que cinq quarts d'heure dans l'air. Cette ascension si courte fut marquée cependant par une circonstance curieuse. Tout le monde sait aujourd'hui qu'un aérostat ne doit jamais être entièrement gonflé au moment du départ : on le remplit seulement aux trois quarts environ. Il serait dangereux, en quittant la terre, de l'enfler complétement, car, à mesure que l'on s'élève, les couches

atmosphériques diminuant de densité ; le gaz hydrogène, renfermé dans l'aérostat, acquiert plus d'expansion en raison de la diminution de résistance de l'air extérieur. Les parois du ballon céderaient donc sous l'effort du gaz, si on ne lui ouvrait pas une issue : aussi l'aéronaute observe-t-il avec beaucoup d'attention l'état de l'aérostat, et lorsque ses parois très distendues indiquent une grande expansion du gaz intérieur, il ouvre la soupape et laisse échapper un peu d'hydrogène. Blanchard, tout à fait dépourvu de connaissances en physique, ignorait entièrement cette particularité. Son ballon s'éleva gonflé outre mesure, et l'imprudent aéronaute, ne comprenant nullement le péril qui le menaçait, s'applaudissait de son adresse et admirait ce qui pouvait causer sa perte. Les parois du ballon font bientôt effort de toutes parts, elles vont éclater : Blanchard, arrivé à une hauteur considérable, cède moins à la conscience du danger qui le menace qu'à l'impression d'épouvante causée sur lui par l'immensité des mornes et silencieuses régions au milieu desquelles l'aérostat l'a brusquement transporté. Il ouvre la soupape, il redescend, et cette terreur salutaire l'arrache au péril où son ignorance l'entraînait.

Blanchard se vanta de s'être élevé quatre mille mètres plus haut qu'aucun des aéronautes qui l'avaient précédé, et il assura avoir dirigé son ballon contre les vents à l'aide de son gouvernail et de ses rames ; mais les physiciens, qui avaient observé l'aérostat, démentirent son assertion, et publièrent que les variations de sa marche devaient être uniquement attribuées aux courants d'air qu'il avait rencontrés. Et comme il avait

écrit sur les banderoles de son ballon et sur les cartes d'entrée cette devise fastueuse : *Sic itur ad astra*, on lança contre lui cette épigramme :

> Au Champ de Mars il s'envola,
> Au champ voisin il resta là ;
> Beaucoup d'argent il ramassa :
> Messieurs, *sic itur ad astra*.

Quant au bénédictin dom Pech, il paraît que c'était contre la défense de ses supérieurs qu'il avait voulu s'embarquer avec Blanchard. Un exempt de police envoyé sur le lieu de la scène l'avait arrêté et ramené à son couvent, d'où il avait réussi à s'échapper une seconde fois pour revenir tenter au Champ-de-Mars une épreuve qui, comme on l'a vu, ne fut pas poussée bien loin. Ce zèle outré fut puni de l'exil. Dom Pech fut condamné par le conseil du couvent à un an et un jour de prison dans la maison la plus reculée de son ordre. Cependant quelques personnes s'intéressèrent à lui, et par l'intervention du cardinal de La Rochefoucauld, le pauvre enthousiaste fut gracié.

Le 4 juin 1784, la ville de Lyon vit s'accomplir une nouvelle ascension aérostatique, dans laquelle, pour la première fois, une femme, madame Thible, brava dans un ballon à feu les périls d'un voyage aérien. Cette belle ascension fut exécutée en l'honneur du roi de Suède, qui se trouvait alors de passage à Lyon.

Pilâtre des Rosiers et le chimiste Proust exécutèrent bientôt après à Versailles, en présence de Louis XVI et du roi de Suède, un des voyages aérostatiques les plus remarquables que l'on connaisse.

L'appareil était dressé dans la cour du château de Versailles. A un signal qui fut donné par une décharge de mousqueterie, une tente de quatre-vingt-dix pieds de hauteur qui cachait l'appareil, s'abattit soudainement, et l'on aperçut une immense montgolfière, déjà gonflée par l'action du feu, maintenue par cent cinquante cordes que retenaient quatre cents ouvriers. Dix minutes après, une seconde décharge annonça le départ du ballon, qui s'éleva avec une lenteur majestueuse et alla descendre près de Chantilly, à treize lieues de son point de départ. Proust et Pilâtre des Rosiers parcoururent dans ce voyage la plus grande distance que l'on ait jamais franchie avec une montgolfière; ils atteignirent aussi la hauteur la plus grande à laquelle on puisse s'élever avec un appareil de ce genre. Ils demeurèrent assez longtemps plongés dans les nuages et enveloppés dans la neige qui se formait autour d'eux.

Le zèle des aéronautes et des savants ne se ralentissait pas; chaque jour, pour ainsi dire, était marqué par une ascension qui présenta souvent les circonstances les plus curieuses et les plus dignes d'intérêt.

Le 6 août, l'abbé Camus, professeur de philosophie, et Louchet, professeur de belles-lettres, firent à Rhodez un voyage aérien au moyen d'une montgolfière. L'expérience très bien conduite marcha de la manière la plus régulière mais n'enseigna rien de nouveau.

Les nombreuses ascensions faites avec l'aérostat à gaz inflammable construit par les soins de l'Académie de Dijon et monté à diverses reprises par Guyton de Morveau, l'abbé Bertrand et M. de Virly, n'apportèrent à la science naissante de l'aérostation que fort peu de

résultats utiles. Guyton de Morveau avait fait construire, pour essayer de se diriger, une machine armée de quatre rames, mises en mouvement par un mécanisme. Au moment du départ, un coup de vent endommagea l'appareil et mit deux rames hors de service. Cependant Guyton assure avoir produit avec les deux rames qui lui restaient, un effet très sensible sur les mouvements du ballon. Ces expériences furent continuées très longtemps, et l'Académie de Dijon fit à ce sujet de grandes dépenses de temps et d'argent. On finit cependant par reconnaître que l'on s'attaquait à un problème insoluble. Les résultats de ces longs et inutiles essais sont consignés dans un volume publié en 1785, par Guyton de Morveau, sous le titre de *Description de l'aérostat de l'Académie de Dijon.*

En même temps sur tous les points de la France, se succédaient des ascensions plus ou moins périlleuses. A Marseille, deux négociants nommés Brémond et Maret, s'élevèrent dans une montgolfière de 16 mètres de diamètre. A leur première ascension ils ne restèrent en l'air que quelques minutes. Ils s'élevèrent très haut à leur second voyage, mais la machine s'embrasa au milieu des airs et ils ne regagnèrent la terre qu'au prix des plus grands dangers. Étienne Montgolfier lança dans le faubourg Saint-Antoine un ballon captif qui dépassa la hauteur des édifices les plus élevés de Paris. La marquise et la comtesse de Montalembert, la comtesse de Podenas et mademoiselle Lagarde étaient les aéronautes de ce galant équipage que commandait le marquis de Montalembert. Ce ballon, construit aux frais du roi, était parti du jardin de Réveillon.

A Aix, un amateur, nommé Rambaud, s'enleva dans une montgolfière de seize mètres de diamètre. Il resta dix-sept minutes en l'air et atteignit une hauteur considérable. Redescendu à terre, il sauta hors du ballon sans songer à le retenir. Allégé de ce poids, le ballon partit comme une flèche et on le vit bientôt prendre feu et se consumer dans l'atmosphère. Vinrent ensuite, à Nantes, les ascensions du grand ballon à gaz hydrogène baptisé du glorieux nom de *Suffren*, monté d'abord par Coustard de Massy et le révérend père Mouchet de l'Oratoire, puis par M. de Luynes. A Bordeaux, d'Arbelet des Granges et Chalfour s'élevèrent dans une montgolfière jusqu'à la hauteur de près de mille mètres et firent voir que l'on pouvait assez facilement descendre et monter à volonté en augmentant ou diminuant le feu. Ils descendirent sans accident à une lieue de leur point de départ.

Le 15 juillet 1784, le duc de Chartres, depuis Philippe-Égalité, exécuta à Saint-Cloud, avec les frères Robert, une ascension qui mit à de terribles épreuves le courage des aéronautes. Les frères Robert avaient construit un aérostat à gaz hydrogène de forme oblongue, de dix-huit mètres de hauteur et de douze mètres de diamètre. On avait disposé dans l'intérieur de ce grand ballon un autre globe beaucoup plus petit rempli d'air ordinaire. Les frères Robert avaient cru que cette combinaison leur permettrait de descendre ou de remonter dans l'atmosphère sans avoir besoin de perdre du gaz (1). On avait aussi adapté à la na-

(1) Voici ce que disent à ce sujet les frères Robert dans le récit qu'ils ont donné de leur ascension : « Nous avions suspendu dans le milieu de cet aérostat un ballon destiné à contenir de l'air atmosphérique ; sa di-

celle un large gouvernail et deux rames dans l'intention de se diriger.

A huit heures, les deux frères Robert, M. Collin-Hullin et le duc de Chartres s'élevèrent du parc de Saint-Cloud en présence d'un grand nombre de curieux qui étaient arrivés de grand matin de Saint-Cloud et des lieux environnants. Les personnes éloignées firent connaître par de grands cris qu'elles désiraient que celles qui étaient placées aux premiers rangs se missent à genoux pour laisser à tous la liberté du coup d'œil; d'un mouvement unanime, chacun mit un genou à terre, et l'aérostat s'éleva au milieu de la multitude ainsi prosternée.

Trois minutes après le départ, l'aérostat disparaissait dans les nues; les voyageurs perdirent de vue la terre et se trouvèrent environnés d'épais nuages. La machine, obéissant alors aux vents impétueux et contraires qui régnaient à cette hauteur, tourbillonna et tourna trois fois sur elle-même. Le vent agissait avec violence sur la surface étendue que présentait le gouvernail doublé de taffetas: le ballon éprouvait une agitation extraordinaire et recevait des coups violents et répétés. Rien ne peut rendre la scène effrayante qui suivit ces premières bourrasques. Les nuages se

latation devant avoir lieu sur l'air inflammable jusqu'au terme de son enveloppe totale, devait en même temps comprimer le ballon intérieur et en faire sortir l'air atmosphérique en raison proportionnelle; un soufflet placé dans la galerie était propre à remplir le ballon intérieur après la compression nécessitée par la dilatation de l'air inflammable, et à donner conséquemment un excès de pesanteur relatif à la quantité d'air atmosphérique introduite dans ce ballon. Une fois en équilibre dans l'atmosphère, nous devions, par ce moyen, monter et descendre à volonté, sans aucune déperdition d'air inflammable. »

précipitaient les uns sur les autres, ils s'amoncelaient au-dessous des voyageurs et semblaient vouloir leur fermer le retour vers la terre. Dans une telle situation, il était impossible de songer à tirer parti de l'appareil de direction. Les aéronautes arrachèrent le gouvernail et jetèrent les rames. La machine continuant d'éprouver des oscillations de plus en plus violentes, ils résolurent, pour s'alléger, de se débarrasser du petit globe contenu dans l'intérieur de l'aérostat. On coupa les cordes qui le retenaient; le petit globe tomba, mais il fut impossible de le tirer au dehors. Il était tombé si malheureusement, qu'il était venu s'appliquer juste sur l'orifice de l'aérostat, dont il fermait complétement l'ouverture. Dans ce moment, un coup de vent parti de la terre les lança vers les régions supérieures, les nuages furent dépassés, et l'on aperçut le soleil; mais la chaleur de ses rayons et la raréfaction considérable de l'air dans ces régions élevées, ne tardèrent pas à occasionner une grande dilatation du gaz. Les parois du ballon étaient fortement tendues; son ouverture inférieure, si malheureusement fermée par l'interposition du petit globe, empêchait le gaz dilaté de trouver, comme à l'ordinaire, une libre issue par l'orifice inférieur. Les parois étaient gonflées au point d'éclater sous la pression du gaz.

Les aéronautes, debout dans la nacelle, prirent de longs bâtons et essayèrent de soulever le globe qui obstruait l'orifice de l'aérostat; mais l'extrême dilatation du gaz le tenait si fortement appliqué, qu'aucune force ne put vaincre cette résistance. Pendant ce temps, ils continuaient de monter, et le baromètre indiquait que l'on était parvenu à la hauteur de quatre

mille huit cents mètres. Dans ce moment critique, le duc de Chartres prit un parti désespéré : il saisit un des drapeaux qui ornaient la nacelle, et avec le bois de la lance il troua en deux endroits l'étoffe du ballon; il se fit une ouverture de deux ou trois mètres, le ballon descendit aussitôt avec une vitesse effrayante, et la terre reparut aux yeux des voyageurs épouvantés. Heureusement, quand on arriva dans une atmosphère plus dense, la rapidité de la chute se ralentit et finit par devenir très modérée. Les aéronautes commençaient à se rassurer, lorsqu'ils reconnurent qu'ils étaient près de tomber au milieu d'un étang; ils jetèrent à l'instant soixante livres de lest, et à l'aide de quelques manœuvres, ils réussirent à aborder sur la terre, à quelque distance de l'étang de la Garenne, dans le parc de Meudon. Toute cette expédition avait duré à peine quelques minutes. Le petit globe, rempli d'air, était sorti à travers l'ouverture de l'aérostat, il tomba dans l'étang, il fallut le retirer avec des cordes.

Les ennemis du duc de Chartres ne manquèrent pas de mettre le dénouement de cette aventure sur le compte de sa poltronnerie. Dans son *Histoire de la conjuration de Louis d'Orléans, surnommé Philippe-Egalité*, Montjoie, faisant allusion au combat d'Ouessant, dit que le duc de Chartres avait ainsi rendu les « *trois éléments témoins de la lâcheté qui lui était naturelle.* » On fit pleuvoir sur lui des sarcasmes et des quolibets sans fin. On répéta le propos que madame de Vergennes avait tenu avant l'ascension, qu'« *apparemment M. le duc de Chartres voulait se mettre au-dessus de ses affaires.* » On le tourna en ridicule dans

des vers satiriques, on le chansonna dans des vaudevilles.

Tout cela était parfaitement injuste. En crevant son ballon au moment où il menaçait de l'emporter avec ses compagnons dans une région d'une incommensurable hauteur, le duc de Chartres fit preuve de courage et de sang-froid. Blanchard prit le même parti le 19 novembre 1785 dans une ascension qu'il fit à Gand, et dans laquelle il se trouva porté à une hauteur si grande, qu'il ne pouvait résister au froid excessif qui se faisait sentir. Il creva son ballon, coupa les cordes de sa nacelle, et se laissa tomber en se tenant suspendu au filet.

L'Angleterre n'avait pas encore eu le spectacle d'une ascension aérostatique. Le 14 septembre 1784, un Italien, Vincent Lunardi, fit à Londres le premier voyage aérien qui ait eu lieu au delà de la Manche. Son exemple fut bientôt suivi avec empressement à Oxford, par un Anglais, M. Sadler, devenu célèbre depuis comme aéronaute. M. Sheldon, membre distingué de la Société royale de Londres, fit de son côté une ascension en compagnie de Blanchard. Il essaya, mais sans succès, de se diriger à l'aide d'un mécanisme moteur en forme d'hélice.

Enhardi par le succès de ses premiers voyages, l'aéronaute français conçut alors un projet dont l'audace, à cette époque de tâtonnements pour la science aérostatique, pouvait à bon droit être taxée de folie; il voulut franchir en ballon la distance qui sépare l'Angleterre de la France. Cette traversée miraculeuse, où l'aéronaute pouvait trouver mille fois la mort, ne réussit que par le plus grand des hasards et par ce

seul fait, que le vent resta pendant trois heures sans variations sensibles.

Blanchard accordait une confiance extrême à l'appareil de direction qu'il avait imaginé. Il voulut justifier par un trait éclatant la vérité de ses assertions, et il annonça, par les journaux anglais, qu'au premier vent favorable, il traverserait la Manche de Douvres à Calais. Le docteur Jeffries s'offrit pour l'accompagner.

Le 7 janvier 1785, le ciel était serein; le vent, très faible, soufflait de nord-nord-ouest; Blanchard, accompagné du docteur Jeffries, sortit du château de Douvres et se dirigea vers la côte. Le ballon fut rempli de gaz, et on le plaça à quelques pieds du bord d'un rocher escarpé, d'où l'on aperçoit le précipice décrit par Shakspeare dans le *roi Léar*. A une heure, le ballon fut abandonné à lui-même; mais, le poids se trouvant un peu lourd, on fut obligé de jeter une quantité considérable de lest, et les voyageurs partirent munis seulement de trente livres de sable. Le ballon s'éleva lentement et s'avança vers la mer, poussé par un vent léger. Les voyageurs eurent alors sous les yeux un spectacle que l'un d'eux a décrit avec enthousiasme. D'un côté, les belles campagnes qui s'étendent derrière la ville de Douvres présentaient un spectacle magnifique; l'œil embrassait un horizon si étendu, que l'on pouvait apercevoir et compter à la fois trente-sept villes ou villages; de l'autre côté, les roches escarpées qui bordent le rivage, et contre lesquelles la mer vient se briser, offraient, par leurs anfractuosités et leurs dentelures énormes, le plus curieux et le plus formidable aspect. Arrivés en pleine mer, ils passèrent au-dessus de plusieurs vaisseaux.

Cependant, à mesure qu'ils avançaient, le ballon se dégonflait un peu, et à une heure et demie il descendait visiblement. Pour se relever, ils jetèrent la moitié de leur lest; ils étaient alors au tiers de la distance à parcourir et ne distinguaient plus le château de Douvres : le ballon continuant de descendre, ils furent contraints de jeter tout le reste de leur provision de sable, et, cet allégement n'ayant pas suffi, ils se débarrassèrent de quelques autres objets qu'ils avaient emportés. Le ballon se releva et continua de cingler vers la France; ils étaient alors à la moitié du terme de leur périlleux voyage.

A deux heures et quart, l'ascension du mercure dans le baromètre leur annonça que le ballon recommençait à descendre : ils jetèrent quelques outils, une ancre et quelques autres objets dont ils avaient cru devoir se munir. A deux heures et demie, ils étaient parvenus aux trois quarts environ du chemin, et ils commençaient à apercevoir la perspective ardemment désirée des côtes de la France.

En ce moment, la partie inférieure du ballon se dégonfla par la perte du gaz, et les aéronautes reconnurent avec effroi que la machine descendait rapidement. Tremblant à la pensée de ne pouvoir atteindre la côte, ils se hâtèrent de se débarrasser de tout ce qui n'était pas indispensable à leur salut; ils jetèrent leurs provisions de bouche; le gouvernail et les rames, surcharge inutile, furent lancés dans l'espace; les cordages prirent le même chemin; ils dépouillèrent leurs vêtements et les jetèrent à la mer.

En dépit de tout, le ballon descendait toujours.

On dit que, dans ce moment suprême, le docteur

Jeffries offrit à son compagnon de se jeter à la mer. « Nous sommes perdus tous les deux, lui dit-il, si vous croyez que ce moyen puisse vous sauver, je suis prêt à faire le sacrifice de ma vie. »

Néanmoins une dernière ressource leur restait encore : ils pouvaient se débarrasser de leur nacelle et se cramponner aux cordages du ballon. Ils se disposaient à essayer de cette dernière et terrible ressource ; ils se tenaient tous les deux suspendus aux cordages du filet, prêts à couper les liens qui retenaient la nacelle, lorsqu'ils crurent sentir dans la machine un mouvement d'ascension : le ballon remontait en effet. Il continua de s'élever, reprit sa route, et le vent étant toujours favorable, ils furent poussés rapidement vers la côte. Leurs terreurs furent vite oubliées, car ils apercevaient distinctement Calais et la ceinture des nombreux villages qui l'environnent. A trois heures, ils passèrent par-dessus la ville et vinrent s'abattre dans la forêt de Guines. Le ballon se reposa sur un grand chêne ; le docteur Jeffries saisit une branche, et la marche fut arrêtée : on ouvrit la soupape, le gaz s'échappa, et c'est ainsi que les heureux aéronautes sortirent sains et saufs de l'entreprise la plus extraordinaire peut-être que la témérité de l'homme ait jamais osé tenter.

Le lendemain, cet événement fut célébré à Calais par une fête magnifique. Le pavillon français fut hissé devant la maison où les voyageurs avaient couché. Le corps municipal et les officiers de la garnison vinrent leur rendre visite. A la suite d'un dîner qu'on leur donna à l'hôtel-de-ville, le maire présenta à Blanchard, dans une boite d'or, des lettres qui lui accordaient le titre de citoyen de la ville de Calais, titre

qu'il a toujours conservé depuis. La municipalité lui acheta, moyennant trois mille francs et une pension de six cents francs, le ballon qui avait servi à ce voyage, et qui fut déposé dans la principale église de Calais, comme le fut autrefois, en Espagne, le vaisseau de Christophe Colomb. On décida enfin qu'une colonne de marbre serait élevée à l'endroit même où les aéronautes étaient descendus. Quelques jours après, Blanchard parut devant Louis XVI, qui lui accorda une gratification de douze cents livres et une pension de la même somme. La reine, qui était au jeu, mit pour Blanchard sur une carte et lui fit compter une forte somme qu'elle venait de gagner. En un mot, rien ne manqua à son triomphe, pas même la jalousie des envieux, qui lui donnèrent à cette occasion le surnom de *don Quichotte de la Manche*.

Le succès éclatant de cette audacieuse entreprise, le retentissement immense qu'elle eut en Angleterre et sur le continent, doivent compter parmi les causes d'un des plus tristes événements qui aient marqué l'histoire de l'aérostation. Dès que fut connue en France la nouvelle du voyage de Blanchard, Pilâtre des Rosiers, emporté par un funeste élan d'émulation, fit annoncer qu'à son tour il franchirait la mer, de Boulogne à Londres, traversée plus périlleuse encore que celle qu'avait exécutée Blanchard, en raison du peu de largeur des côtes d'Angleterre, qu'il était facile de dépasser.

On essaya inutilement de faire comprendre à Pilâtre les périls auxquels cette entreprise allait l'exposer. Il assurait avoir trouvé une nouvelle disposition des aérostats qui réunissait toutes les conditions de

sécurité et permettait de se maintenir dans les airs un temps considérable. Sur cette assurance, le gouvernement lui accorda une somme de quarante mille francs pour construire sa machine. On apprit alors quelle était la combinaison qu'il avait imaginée : il réunissait en un système unique les deux moyens dont on avait fait usage jusque-là ; au-dessous d'un aérostat à gaz hydrogène, il suspendait une montgolfière. Il est assez difficile de bien apprécier les motifs qui le portèrent à adopter cette disposition, car il faisait sur ce point un certain mystère de ses idées. Il est probable que, par l'addition d'une montgolfière, il voulait s'affranchir de la nécessité de jeter du lest pour s'élever et de perdre du gaz pour descendre : le feu, activé ou ralenti dans la montgolfière, devait fournir une force ascensionnelle supplémentaire.

Quoi qu'il en soit, ces deux systèmes, qui isolés ont chacun ses avantages, formaient, étant réunis, la plus vicieuse et la plus détestable des combinaisons. Il n'était que trop aisé de comprendre à quels dangers terribles l'existence d'un foyer dans le voisinage d'un gaz inflammable comme l'hydrogène exposait l'aéronaute. « Vous mettez un réchaud sous un baril de poudre, » disait Charles à Pilâtre des Rosiers. Mais celui-ci n'écoutait rien : il n'écoutait que son intrépidité et l'incroyable exaltation scientifique dont il avait déjà donné tant de preuves, et qui étaient comme le caractère de son esprit.

L'existence de cet homme courageux peut être regardée comme un exemple de cette fièvre d'aventures et d'expériences que le progrès des sciences physiques avait développée dans certaines natures à la fin du

siècle dernier. Pilâtre des Rosiers était né à Metz en 1756. On l'avait d'abord destiné à la chirurgie, mais cette profession lui inspira une grande répugnance; il passa des salles de l'hôpital dans le laboratoire d'un pharmacien, où il reçut les premières notions des sciences physiques. Revenu dans sa famille, il ne put supporter la contrainte excessive dans laquelle son père le retenait, et il s'en alla un beau jour, en compagnie d'un de ses camarades, chercher fortune à Paris. Employé d'abord comme manipulateur dans une pharmacie, il s'attira bientôt l'affection d'un médecin qui le fit sortir de cette position inférieure. Grâce à son protecteur, il put suivre les leçons des professeurs les plus célèbres de la capitale, et bientôt il se trouva lui-même en état de faire des cours. Il démontra publiquement les faits découverts par Franklin dans le champ si nouveau des phénomènes électriques. Il acquit par là un certain relief dans le monde scientifique et put bientôt réunir assez de ressources pour monter un beau laboratoire de physique dans lequel les savants trouvaient tous les appareils nécessaires à leurs travaux. Il obtint enfin la place d'intendant du cabinet d'histoire naturelle du comte de Provence.

Pilâtre des Rosiers put dès lors donner carrière à son goût pour les expériences et à cette passion singulière qui le caractérisait de faire sur lui-même les essais les plus dangereux. Rien ne pouvait l'arrêter ou l'effrayer. Dans ses expériences sur l'électrité atmosphérique, il s'est exposé cent fois à être foudroyé par le fluide électrique, qu'il soutirait presque sans précaution des nuages orageux. Il faillit souvent per-

dre la vie en respirant les gaz les plus délétères. Un jour il remplit sa bouche de gaz hydrogène et il y mit le feu, ce qui lui fit sauter les deux joues. Il était dans toute l'exaltation de cette espèce de furie scientifique, lorsque survint la découverte des aérostats. On a vu avec quelle ardeur il se précipita dans cette carrière nouvelle, qui répondait si bien à tous les instincts de son esprit. Il eut, comme on le sait, la gloire de s'élever le premier dans les airs, et dans toute la série des expériences qui suivirent, c'est toujours lui que l'on voit au premier rang, fidèle à l'appel du danger. C'est au milieu des transports d'un véritable délire qu'il se livrait à Boulogne aux préparatifs du voyage qu'il avait annoncé.

Ces préparatifs duraient d'ailleurs depuis six mois. Depuis le mois de novembre 1784, Pilâtre travaillait à la construction de son aérostat avec l'intention de s'en servir pour passer en Angleterre ; l'annonce du succès de Blanchard n'avait fait que redoubler sa confiance et le confirmer dans son projet. Contrarié par des obstacles sans cesse renaissants, il avait dépensé des sommes énormes pour l'édification de sa machine, car il avait reçu, dit-on, jusqu'à cent cinquante mille francs du ministre Calonne. Cependant des difficultés nouvelles venaient à chaque instant retarder l'exécution de son plan. C'était tantôt une armée de rats qui avaient dévoré sa machine et qu'on ne parvenait à chasser qu'avec une meute de chiens et de chats, soutenus par des hommes qui battaient du tambour toute la nuit ; tantôt un ouragan furieux qui forçait les magistrats de la ville à intervenir pour l'empêcher d'effectuer son départ. En outre, depuis cinq mois les

vents ne cessaient d'être contraires, et ce fait avait fini par lui apparaître sous les plus sombres couleurs. Aussi le découragement commençait à le gagner. Il revint à Paris et confia ses craintes à M. de Calonne. Mais le ministre le reçut fort mal : « Nous n'avons pas dépensé, lui dit-il, cent cinquante mille francs pour vous faire voyager sur la côte. Il faut utiliser la machine et passer le détroit. »

Pilâtre des Rosiers repartit la mort dans l'âme. Il revenait avec le cordon de Saint-Michel et une pension de six mille livres en perspective ; mais il ne pouvait se défendre des plus tristes pressentiments. Cependant il se remit à l'œuvre et se décida à tenter le voyage. S'il faut en croire la chronique de Metz, une autre circonstance acheva de décider son départ. Il était devenu amoureux d'une belle et riche Anglaise dont les parents ne consentaient à lui accorder la main qu'après le succès de son entreprise.

Malgré les avaries et la vétusté de sa machine, en dépit de l'inconstance des vents, Pilâtre se décida à partir dans les premiers jours de juin. M. de Maisonfort, gentilhomme du pays, devait l'accompagner dans cette expédition ; mais il fut remplacé par un jeune physicien de Boulogne nommé Romain. Ce dernier l'avait beaucoup aidé dans la construction et les longues dispositions de sa machine, et il exigea, comme récompense de ses services, de partager les dangers de l'entreprise.

Le 5 juin 1785, à sept heures du matin, Pilâtre des Rosiers et Romain partirent de la côte de Boulogne. Les ballons d'essai ayant ouvert la route, un coup de canon annonça à la ville le moment de leur ascension.

Les causes de la catastrophe qui leur coûta la vie sont encore enveloppées d'un certain mystère. M. de Maisonfort, qui, resté à terre, fut témoin de l'événement, en a donné l'explication suivante.

La double machine, c'est-à-dire la montgolfière surmontée de l'aérostat à gaz hydrogène, s'éleva avec une assez grande rapidité jusqu'à quatre cents mètres environ ; mais arrivé à cette hauteur, on vit tout d'un coup l'aérostat à gaz hydrogène se dégonfler et retomber presque aussitôt sur la montgolfière. Celle-ci tourna deux ou trois fois sur elle-même, puis entraînée par ce poids, elle s'abattit avec une vitesse effrayante. Voici, selon M. de Maisonfort, ce qui était arrivé. Les voyageurs, parvenus à la hauteur de deux cents pieds, furent assaillis par des vents contraires, qui les rejetaient dans l'intérieur des terres; il est probable alors, que, pour descendre et pour chercher un courant d'air plus favorable qui les ramenât vers la mer, Pilâtre des Rosiers tira la soupape de l'aérostat à gaz hydrogène. Mais la corde attachée à cette soupape était très longue, elle allait de la nacelle placée au-dessous de la montgolfière jusqu'au sommet de l'aérostat, et n'avait pas moins de cent pieds; aussi jouait-elle difficilement, et le frottement très rude qu'elle occasionna déchira la soupape. L'étoffe du ballon était très fatiguée par le grand nombre d'essais préliminaires que l'on avait faits à Boulogne et par plusieurs tentatives de départ; elle se déchira sur une étendue de plusieurs mètres, la soupape retomba dans l'intérieur du ballon, et celui-ci se trouva vide en quelques instants. Il n'y eut donc pas, comme on l'a dit, inflammation du gaz au milieu

de l'atmosphère ; on reconnut, après la chute, que le réchaud de la montgolfière n'avait pas été allumé. L'aérostat dégonflé par la perte du gaz, retomba sur la montgolfière, et le poids de cette masse l'entraîna aussitôt vers la terre.

M. de Maisonfort courut vers l'endroit où l'aérostat venait de s'abattre ; il trouva les deux malheureux voyageurs enveloppés dans les toiles, et dans la position même qu'ils occupaient au moment du départ. Pilâtre était sans vie ; son compagnon expira au bout de quelques minutes. Ils n'avaient pas même dépassé le rivage et étaient tombés près du bourg de Vimille. Par une triste ironie du hasard, ils vinrent expirer à l'endroit même où Blanchard était descendu non loin de la colonne monumentale élevée à sa gloire.

La mort de ces premiers martyrs de la science aérostatique n'arrêta pas l'élan de leurs émules et de leurs successeurs. Dans l'année 1785, on vit, suivant l'expression d'un savant aéronaute qui a écrit le *Manuel* de son art, M. Dupuis-Delcourt, « le ciel se couvrir littéralement de ballons. » Toutes ces ascensions qui n'ont plus pour elles l'attrait de la nouveauté et qui ne répondent à aucune intention scientifique, n'offrent pour la plupart qu'un faible intérêt. Cependant, avant de suivre les aérostats dans une nouvelle période plus sérieuse de leur histoire, celle des applications scientifiques, nous rappellerons quelques-uns des voyages aériens qui ont eu, de 1785 à 1794, le plus brillant succès de curiosité.

L'ascension du docteur Potain mérite d'être citée à ce titre. Il traversa en ballon le canal Saint-George,

bras de mer qui sépare l'Angleterre de l'Irlande. Il avait perfectionné la machine héliçoïde de Blanchard et s'en servit avec quelque avantage. L'Italien Lunardi exécuta à Édimbourg différentes ascensions. Harper fit connaître à Birmingham les ballons à gaz hydrogène. MM. Alban et Vallet construisirent à Javelle, près de Paris, un aérostat avec lequel le comte d'Artois s'éleva plusieurs fois, en compagnie de personnes de tous les rangs. Enfin c'est à cette époque que l'abbé Miollan, éprouva au Luxembourg, en compagnie du sieur Janinet, cet immense déboire tant chansonné par la malignité parisienne.

L'abbé Miollan était un bon religieux qui était animé pour le progrès de l'aérostation d'un zèle plus ardent qu'éclairé. Il s'associa à un certain Janinet pour construire un ballon à feu de cent pieds de haut sur quatre-vingt-quatre de large. On le destinait à diverses expériences de physique et il devait enlever, outre l'abbé Miollan et Janinet, le marquis d'Arlandes et un mécanicien nommé Bredin. Le dimanche 12 juillet 1784, une foule immense se répandit dans les jardins du Luxembourg; jamais aucun aéronaute n'avait réuni une telle affluence au spectacle de son ascension. Mais par suite de la mauvaise construction de la machine, ou par l'effet de manœuvres maladroites, le feu prit à la calotte du ballon. La populace furieuse et se croyant jouée, renversa les barrières, mit en pièces le reste de la machine et battit les pauvres aéronautes. On les accusa d'avoir mis volontairement le feu à l'aérostat pour se dispenser de partir. On se vengea d'eux par des chansons.

C'est à cette époque que se répandit à Paris la mode

des figures aérostatiques; dans les jardins publics, on vit s'élever, à la grande joie des spectateurs, des aérostats offrant la figure de divers personnages, le *Vendangeur aérostatique*, une *Nymphe*, un *Pégase*, etc. Blanchard parcourait tous les coins de la France, donnant le spectacle de ses innombrables ascensions. Après avoir épuisé la curiosité de son pays, il alla porter en Amérique ce genre de spectacle encore inconnu des populations du nouveau monde : il s'éleva à Philadelphie sous les yeux de Franklin.

Son rival Testu-Brissy marcha sur ses traces. Sa première ascension, faite à Paris en 1785, présenta une circonstance assez curieuse. Il était descendu avec son ballon armé d'ailes et de rames, dans la plaine de Montmorency. Un grand nombre de curieux qui étaient accourus, l'empêchèrent de repartir et saisirent le ballon par les cordes qui descendaient à terre. Le propriétaire du champ où l'aérostat était tombé arriva avec d'autres paysans; il voulut lui faire payer le dégât, et l'on traîna son ballon par les cordes de sa nacelle. « Ne pouvant leur résister de force, je résolus, dit Testu-Brissy, de leur échapper par adresse. Je leur proposai de me conduire partout où ils voudraient, en me remorquant avec une corde. L'abandon que je fis de mes ailes brisées et devenues inutiles, persuada que je ne pouvais plus m'envoler; vingt personnes se lièrent à cette corde en la passant autour de leur corps; le ballon s'éleva d'une vingtaine de pieds, et j'étais ainsi traîné vers le village. Ce fut alors que je pesai mon lest, et, après avoir reconnu que j'avais encore beaucoup de légèreté spécifique, je coupai la corde et je pris congé de mes villageois, dont

les exclamations d'étonnement me divertirent beaucoup, lorsque la corde par laquelle ils croyaient me retenir leur tomba sur le nez. » C'est le même Testu-Brissy qui exécuta plus tard une ascension équestre. Il s'éleva monté sur un cheval qu'aucun lien ne retenait au plateau de la nacelle. Dans cette curieuse ascension, Testy-Brissy put se convaincre que le sang des grands animaux s'extravase par leurs artères, et coule par les narines et par les oreilles à une hauteur à laquelle l'homme n'est nullement incommodé (1).

CHAPITRE IV.

Emploi des aérostats aux armées.

Jusqu'en 1794, les ascensions aérostatiques n'avaient guère servi encore qu'à satisfaire la curiosité publique. A cette époque, le gouvernement voulut en tirer un moyen de défense en les appliquant dans les armées aux reconnaissances extérieures. Cette idée si nouvelle d'établir au sein de l'atmosphère des postes d'observation pour découvrir les dispositions et les ressources de l'ennemi, étonna beaucoup l'Europe qui ne manqua pas d'y voir une révélation nouvelle du génie révolutionnaire de la France. L'aérostation militaire

(1) M. Poitevin exécute souvent ce tour de force à Paris. Seulement le cheval est attaché au filet par un appareil de suspension, ce qui ôte tout le danger de l'expérience.

reçut sous la république des développements assez étendus.

L'histoire est loin d'avoir conservé le souvenir de tous les résultats remarquables obtenus dans l'industrie et les arts pendant la période de la révolution française. Les événements politiques ont absorbé l'attention, et remplissent seuls nos annales ; tout ce qui concerne les progrès des sciences et de l'industrie à cette époque a été singulièrement négligé. Aussi les documents relatifs à l'aérostation militaire sont-ils peu nombreux. On peut cependant s'aider de ces renseignements trop rares pour préciser quelques faits qu'il y aurait injustice à laisser dans l'oubli.

Guyton de Morveau avait fait un grand nombre d'ascensions avec l'aérostat de l'Académie de Dijon, et ces expériences lui avaient fait concevoir une idée très brillante de l'avenir réservé à l'emploi des ballons. Il faisait partie, avec Monge, Berthollet, Fourcroy et quelques autres savants, d'une commission que le comité de salut public avait instituée pour appliquer aux intérêts de l'État les découvertes récentes de la science ; il proposa à cette commission d'employer les aérostats comme moyen d'observation dans les armées. La proposition fut accueillie et soumise au comité de salut public, qui l'accepta avec la seule réserve de ne pas se servir d'acide sulfurique pour la préparation du gaz hydrogène, l'acide sulfurique s'obtenant, comme on le sait, par la combustion du soufre, et le soufre, nécessaire à la fabrication de la poudre, étant à cette époque très rare et très recherché en France, en raison de la guerre extérieure. Il fut donc convenu que l'hydrogène serait préparé par la décomposition de

l'eau au moyen du fer porté au rouge. On sait que, quand on dirige un courant de vapeur d'eau sur des fragments de fer incandescents, l'eau se décompose ; son oxygène se combine avec le fer pour former un oxyde, et son hydrogène se dégage à l'état de gaz. Cette expérience, exécutée pour la première fois par Lavoisier, n'avait été faite encore que sur une très petite échelle : il fallait donc s'assurer si l'on pourrait la pratiquer avec avantage dans de grands appareils, et si l'on pourrait appliquer ce procédé au service régulier des aérostats.

Guyton de Morveau avait pour ami un jeune homme nommé Coutelle, qui s'occupait de travaux scientifiques, et qui avait formé un beau cabinet où se trouvaient réunis tous les appareils nécessaires aux expériences sur les gaz, sur la lumière et sur l'électricité. Les chimistes et les physiciens de Paris venaient souvent faire leurs expériences dans son laboratoire. Coutelle était donc connu de tous les savants de la capitale comme physicien très exercé, et Guyton de Morveau proposa à la commission de le charger des premiers essais à faire pour la production de l'hydrogène en grand au moyen de la décomposition de l'eau.

Coutelle fut installé aux Tuileries dans la salle des Maréchaux ; on lui donna un aérostat de neuf mètres de diamètre, et l'on mit à sa disposition tous les produits et tous les matériaux nécessaires. Voici comment il procéda à la préparation du gaz. Il établit un grand fourneau dans lequel il plaça un tuyau de fonte d'un mètre de longueur et de quatre décimètres de diamètre, qu'il remplit de cinquante kilogrammes de rognures de tôle et de copeaux de fer. Ce tuyau était terminé à

chacune de ses extrémités par un tube de fer. L'un de ces tubes servait à amener le courant de vapeur d'eau qui se décomposait au contact du métal, l'autre dirigeait dans le ballon le gaz hydrogène résultant de cette décomposition.

Quand tout fut prêt, Coutelle fit venir, pour être témoins de l'opération, le professeur Charles et Jacques Conté, physicien de ses amis. En raison de divers accidents, l'opération fut très longue ; elle dura quatre jours et trois nuits. Cependant elle réussit très bien en définitive, car on retira 170 mètres cubes de gaz. La commission fut satisfaite de ce résultat, et dès le lendemain Coutelle reçut l'ordre de partir pour la Belgique, et d'aller soumettre au général Jourdan la proposition d'appliquer les aérostats au service de son armée.

Le général Jourdan venait de prendre le commandement des deux armées de la Moselle et de la Sambre, fortes de cent mille hommes, et qui, sous le nom d'armée de *Sambre-et-Meuse*, envahissaient la Belgique. Coutelle partit dans l'intention de rejoindre le général à Maubeuge, occupée en ce moment par nos troupes et bloquée par les Autrichiens.

Lorsqu'il arriva à Maubeuge, l'armée venait de quitter ses quartiers; elle était à six lieues de là, au village de Beaumont. Coutelle repartit, il fit six lieues à franc-étrier, et arriva à Beaumont couvert de boue. Il fut arrêté aux avant-postes et amené devant le représentant Duquesnoy, commissaire de la Convention à l'armée du Nord.

Duquesnoy était l'ami et le rival de Joseph Lebon, et il exerçait à l'armée du Nord cet étrange office des

commissaires de la Convention qui consistait à mener les soldats au feu et à forcer les généraux de vaincre sous la menace de la guillotine. Lorsque Coutelle lui fut amené, Duquesnoy était à table. Il ne comprit rien à l'ordre du comité de salut public.

— Un ballon, dit-il, un ballon dans le camp... Vous m'avez tout l'air d'un suspect, je vais commencer par vous faire fusiller.

On réussit cependant à faire entendre raison au terrible commissaire, qui renvoya Coutelle au général Jourdan. Celui-ci accueillit avec empressement l'idée de faire servir les aérostats aux reconnaissances extérieures; mais l'ennemi était à une lieue de Beaumont, d'un moment à l'autre il pouvait attaquer, et le temps ne permettait d'entreprendre aucun essai. Coutelle revint à Paris pour y transmettre l'assentiment du général.

La commission décida dès lors de continuer et d'étendre les expériences. On adjoignit à Coutelle le physicien Conté pour l'aider dans ses travaux, et on les installa dans le château et les jardins de Meudon. Coutelle se procura un aérostat capable d'enlever deux personnes; on construisit un nouveau fourneau dans lequel on plaça sept tuyaux de fonte : ces tuyaux, longs de trois mètres et de trois décimètres de diamètre, étaient remplis chacun de deux cents kilogrammes de rognures de fer que l'on foulait à l'aide du mouton pour les faire pénétrer dans le tube. Le gaz fut ainsi obtenu facilement et en grande abondance.

Tout étant disposé, on put se livrer aux expériences définitives de l'emploi des ballons dans les reconnaissances extérieures. Coutelle y procéda en présence de Guyton, de Monge et de Fourcroy. Il s'éleva à

diverses reprises à une hauteur de cinq cent cinquante mètres dans le ballon retenu captif. Deux cordes étaient attachées à la circonférence du ballon; dix hommes placés à terre les retenaient. On constata de cette manière que l'on pouvait embrasser un espace fort étendu et reconnaître très nettement les objets, soit à la vue simple, soit avec une lunette d'approche; on étudia en même temps les moyens de transmettre les avis aux personnes restées à terre. Tous ces essais eurent un résultat satisfaisant. On reconnut toutefois que, par les grands vents, il serait difficile de se livrer à des observations de ce genre à cause des violentes oscillations et du balancement continuel que le vent imprime à la machine. Une seconde difficulté plus grave encore, c'était de maintenir le ballon en équilibre à la même hauteur; des rafales de vent, parties des régions supérieures, le rabattaient souvent vers la terre. Aucun moyen efficace ne put être opposé à cette action fâcheuse, qui fut plus tard l'obstacle le plus sérieux à la pratique de l'aérostation militaire.

Peu de jours après, Coutelle reçut du gouvernement l'ordre d'organiser une compagnie d'*aérostiers*, composée de trente hommes, y compris un lieutenant, un sous-lieutenant et des sous-officiers. On lui remit le brevet de capitaine, commandant les *aérostiers* dans l'arme de l'artillerie, et il fut attaché à l'état-major général. Il reçut, en même temps, l'ordre de se rendre dans le plus bref délai à Maubeuge, où l'armée venait de rentrer. Il dirigea sur cette place les soldats qui devaient former sa compagnie, et partit aussitôt, emmenant avec lui son lieutenant.

Arrivé à Maubeuge, son premier soin fut de cher-

cher un emplacement, de construire son fourneau pour la préparation du gaz, de faire les provisions de combustible nécessaires, et de tout disposer en attendant l'arrivée de l'aérostat et des équipages qu'il avait expédiés de Meudon.

Cependant les différents corps de l'armée ne savaient de quel œil regarder les soldats de la compagnie de Coutelle, qui n'étaient pas encore portés sur l'état militaire, et dont le service ne leur était pas connu. On murmurait sur leur passage quelques propos désobligeants. Coutelle s'aperçut de cette impression. Il alla trouver le général qui commandait à Maubeuge, et lui demanda d'emmener sa compagnie à la première affaire hors de la place. Une sortie était précisément ordonnée pour le lendemain contre les Autrichiens, retranchés à une portée de canon. La petite troupe de Coutelle fut employée à cette attaque. Deux hommes furent grièvement blessés; le sous-lieutenant reçut une balle morte dans la poitrine. Ils rentrèrent dans la place au rang des soldats de l'armée.

Peu de jours après, les équipages étant arrivés, Coutelle put mettre le feu à son fourneau et procéder à la préparation du gaz. C'était un spectacle étrange que ces opérations chimiques ainsi exécutées à ciel ouvert au milieu d'un camp, au sein d'une ville assiégée, dans un cercle de quatre-vingt mille soldats. Tout fut bientôt préparé, et l'on put commencer de se livrer à la reconnaissance des dispositions de l'ennemi. Alors, deux par jour, par l'ordre de Jourdan et quelquefois avec le général lui-même, Coutelle s'élevait avec son ballon l'ENTREPRENANT pour observer les travaux des assiégeants, leurs positions, leurs mouvements et leurs forces.

La manœuvre de l'aérostat s'exécutait en silence, et la correspondance avec les hommes qui retenaient les cordes se faisait au moyen de petits drapeaux blancs, rouges ou jaunes, de dix-huit pouces de largeur et de forme carrée ou triangulaire. Ces signaux servaient à indiquer aux conducteurs les mouvements à exécuter : *Monter*, *descendre*, *avancer*, *aller à droite*, etc. Quant aux conducteurs, ils correspondaient avec le capitaine posté en observation dans la nacelle, en étendant sur le sol des drapeaux semblables de différentes couleurs. Ils avertissaient ainsi l'observateur d'avoir à s'élever, à descendre, etc. Enfin, pour transmettre au général en chef les notes résultant de ces observations, le commandant des *aérostiers* jetait sur le sol de petits sacs de sable surmontés d'une banderole auxquels la note était attachée. On trouvait chaque jour des différences sensibles dans les forces des Autrichiens ou dans les travaux exécutés pendant la nuit. Le général en chef tirait un grand parti de ce moyen si nouveau d'observation.

Cinq jours après le commencement de ses opérations, l'aérostat s'élevait à peine qu'une pièce de canon embusquée dans un ravin, tira sur lui : le premier boulet passa par-dessus, le second passa si près que l'on crut le ballon percé, un troisième boulet passa au-dessous; on tira encore deux coups sans plus de succès. Le signal de descendre fut donné et exécuté en quelques instants. Le lendemain la pièce n'était plus en position.

Cependant le général Jourdan se préparait à investir Charleroi; il attachait une importance extrême à l'enlèvement de cette place, qui devait ouvrir la route

de Bruxelles. Coutelle reçut à midi l'ordre de se porter avec son ballon à Charleroi, éloigné de douze lieues du point où il se trouvait, pour y faire diverses reconnaissances. Le temps ne permettait pas de vider le ballon pour le remplir de nouveau sous les murs de la ville; Coutelle se décida à faire voyager son ballon tout gonflé. On employa la nuit à disposer vingt cordes autour de l'équateur du filet; chacune de ces cordes était portée par un aérostier. On plaça dans la nacelle les deux grandes cordes d'ascension, une toile qui servait à serrer le ballon pendant la nuit, des piquets, des pioches et tout l'attirail des signaux; le commandant lui-même s'était placé dans la nacelle, qui, suspendue par des cordes, était portée par d'autres aérostiers. On sortit de la place au point du jour, et l'on passa sans être aperçu près des vedettes ennemies. On voyagea ainsi avec la cavalerie et les équipages de l'armée. Le ballon était maintenu en l'air à une petite hauteur par vingt aérostiers qui marchaient sur les bords de la route; la cavalerie et les équipages militaires tenaient le milieu de la chaussée. On arriva à Charleroi au soleil couchant. Avant la fin du jour, Coutelle eut le temps de faire une première reconnaissance avec un officier supérieur. Le lendemain, il en fit une seconde dans la plaine de Jumet, et le jour suivant il resta pendant sept à huit heures en observation avec le général Morelot.

Les Autrichiens ayant marché sur Charleroi pour délivrer la place, une bataille décisive fut livrée, comme on le sait, sur les hauteurs de Fleurus. L'aérostat fut d'un grand sécours pour le succès de cette belle journée, et le général Jourdan n'hésita pas à procla-

mer l'importance des services qu'il en avait retirés. C'est sur la fin de la bataille que le ballon de Coutelle s'éleva d'après l'ordre du général en chef; il resta plusieurs heures en observation, transmettant sans relâche des notes sur le résultat des opérations de l'ennemi. Pendant la bataille, plusieurs coups de carabine furent tirés sur lui sans l'atteindre. Après cette action décisive, l'aérostat suivit les mouvements de l'armée, et il prit part à quelques uns des engagements qui marquèrent la campagne de Belgique.

Après la prise de Bruxelles, Coutelle reçut l'ordre de revenir à Paris pour y organiser une seconde compagnie d'aérostiers. Cette compagnie, levée le 3 germinal an III, fut aussitôt dirigée sur l'armée du Rhin, où les reconnaissances eurent le même succès; elle était conduite par le capitaine L'Homond; malheureusement, pendant cette campagne, les deux compagnies d'aérostiers furent à peu près détruites.

Comme il faisait un jour une reconnaissance à Frankenthal, sur les bords du Rhin, Coutelle fut saisi tout d'un coup d'un frisson violent qui fut suivi d'une fièvre grave; il donna aussitôt à son lieutenant le commandement de la compagnie. Le lieutenant passa le Rhin; mais dès le premier jour, ayant commis la faute de se maintenir à une trop faible hauteur dans l'air, son ballon fut criblé de chevrotines par un parti d'Autrichiens embusqués dans une redoute et entièrement détruit.

Peu de jours après, l'aérostat de la seconde compagnie, commandée par le capitaine L'Homond, eut également à essuyer le feu des Autrichiens. Comme il manœuvrait devant Francfort, le ballon l'Hercule fut criblé de balles, et la compagnie tout entière des aéro-

stiers fut emmenée prisonnière à Würtzbourg, en Franconie.

L'aérostation militaire venait de subir de bien graves échecs. Cependant Coutelle ne se découragea pas. Pendant la suspension des hostilités, il fonda, par l'ordre du gouvernement, de concert avec Conté, l'établissement connu sous le nom d'*école aérostatique de Meudon*, dans lequel des jeunes gens sortis de l'école militaire étaient exercés aux manœuvres aérostatiques.

Dans les années suivantes, on fit encore usage des aérostats à Bonn (dans le cercle de Cologne), à la Chartreuse de Liége, au siége de Coblentz, au Coq-Rouge, à Kiel et à Strasbourg, sous le commandement des généraux Jourdan, Lefebvre, Pichegru et Moreau. On en tira encore un certain parti à Andernach. Bernadotte, qui commandait à Andernach la division de l'armée française, pressé de monter dans le ballon, refusa catégoriquement : « Je préfère le chemin des ânes, » dit tout crûment le futur roi de Suède.

Le carrière militaire des aérostats ne dura que quelques années. Bonaparte avait eu le projet d'employer l'aérostation en Égypte, et il emmena avec lui, sous la conduite de Conté, la seconde compagnie d'aérostiers, celle qui était restée prisonnière à Würtzbourg; mais le rôle des aérostats pendant la campagne d'Égypte n'eut rien de belliqueux. Les Anglais s'emparèrent du transport qui contenait la plupart des appareils nécessaires à la production du gaz, et tout se borna à de rares ascensions exécutées dans quelques réjouissances publiques. Une montgolfière tricolore de quinze mètres de diamètre s'éleva au milieu de la fête brillante qui fut donnée au Caire

à l'occasion du 9 vendémiaire. Il y avait dans le spectacle de ces phénomènes majestueux de quoi frapper l'imagination des Orientaux, et Bonaparte ne manqua pas de recourir à ce nouveau moyen d'étonner et de séduire les populations des bords du Nil; mais il avait à un trop haut degré le génie militaire pour songer à introduire définitivement l'usage des aérostats dans les armées d'Europe. La surprise des premiers moments avait été favorable à ce nouveau moyen d'observation; il est évident néanmoins que rien n'empêchait les autres nations de se munir d'instruments semblables, et dès lors l'aérostation serait devenue pour toutes les armées un embarras de plus, sans avantage spécial pour les armées françaises. Il y avait d'ailleurs plus que de l'imprudence à consacrer des sommes considérables et un matériel embarrassant, à créer des appareils qu'une volée d'artillerie bien dirigée peut mettre en quelques instants hors de service. A son retour d'Égypte, Bonaparte fit fermer l'école aérostatique de Meudon, et l'on vendit tous les ustensiles, tous les appareils qui existaient dans l'établissement.

CHAPITRE V.

Le parachute. — Machines à voler imaginées avant le XIX[e] siècle. — Le père Lana. — Le père Galien. — J.-B. Dante. — Le Besnier. — Alard. — Le marquis de Baqueville. — L'abbé Desforges. — Blanchard. — Premier essai du parachute actuel, par Sébastien Lenormand. — Drouet. — Jacques Garnerin.

Tous les corps, quelles que soient leur nature et leur forme, tombent dans le vide avec la même vi-

tesse. On fait souvent dans les cours de physique une expérience qui démontre clairement ce fait. Dans un tube de verre de trois à quatre mètres de longueur, fermé à ses deux extrémités, on place divers corps de poids très différents, tels que du plomb, du papier, des plumes, etc., on fait ensuite le vide dans ce tube à l'aide de la machine pneumatique. Lorsque le tube est parfaitement vide d'air, on le retourne brusquement, de manière à le placer dans la verticale; on voit alors tous les corps, tombant dans l'intérieur du tube, venir au même instant en frapper le fond. Ainsi dans un espace vide tous les corps tombent avec la même vitesse; quand la force de la pesanteur n'est combattue par aucune résistance qui puisse contrarier ses effets, elle s'exerce avec la même énergie sur tous les corps, quels que soient leur forme et leur poids; dans le vide, une montagne ne tomberait pas plus vite qu'une plume.

Les choses se passent autrement dans l'atmosphère au milieu de laquelle nous vivons. La cause de cette différence est due à la présence de l'air, qui oppose à la chute des corps une résistance dont tout le monde connaît les effets. Les corps ne peuvent tomber sans déplacer de l'air, et par conséquent sans perdre de leur mouvement en le partageant avec lui. Aussi la résistance de l'air croît-elle avec la vitesse, et l'on exprime cette loi en physique, en disant que la résistance de l'air croît comme le carré de la vitesse du mobile; c'est-à-dire que pour une résistance double la résistance de l'air est quatre fois plus forte; pour une résistance triple, neuf fois plus considérable, etc. Il résulte de là que si une masse pesante vient à tomber

d'une grande hauteur, la résistance de l'air devient suffisante pour rendre uniforme le mouvement accéléré, qui est, comme on le sait, particulier à la chute des corps graves. La résistance de l'air croît aussi avec la surface du corps qui tombe. Si cette surface est très grande, le mouvement uniforme s'établissant plus près de l'origine du mouvement, la vitesse constante de la chute en est considérablement retardée. Ainsi en donnant à la surface d'un corps tombant au milieu de l'air un développement suffisant, on peut ralentir à son gré la rapidité de sa descente. Selon la plupart des physiciens, un développement de surface de cinq mètres suffit pour rendre très lente la descente d'un poids de cent kilogrammes.

C'est sur ces deux principes qu'est fondée la construction de l'appareil connu sous le nom de *parachute*. Pour donner plus de sécurité aux ascensions, on a eu l'idée de suspendre au-dessous des aérostats un de ces instruments destiné à devenir, dans les cas périlleux, un moyen de sauvetage. Si par un événement quelconque, le ballon n'offre plus les garanties suffisantes de sécurité, l'aéronaute coupe la corde du parachute; débarrassé de ce poids, l'aérostat s'élance dans les régions supérieures, le parachute se développe et ramène à terre la nacelle par une chute douce et modérée.

Quelque simple que nous paraisse la disposition du parachute employé de nos jours par les aéronautes, ce n'est cependant qu'après de longs essais que l'on est parvenu à le construire. Cet instrument est en effet le résultat, un peu éloigné peut-être, mais au moins le résultat immédiat des recherches si nombreuses qui

ont été faites pendant le XVIIe et le XVIIIe siècle, pour arriver à créer des machines réalisant le *vol aérien*.

Personne n'ignore qu'à la fin du XVIIe et au commencement du XVIIIe siècle, les géomètres se sont occupés de la possibilité de faire élever et soutenir dans les airs différentes machines capables de porter des hommes. Cette sorte de passe-temps scientifique était fort à la mode à cette époque. Il ne sera pas sans intérêt de rappeler l'histoire de ces diverses tentatives qui, si elles n'ont exercé aucune influence sur la découverte des aérostats, devaient cependant amener, plus tard, la création du parachute.

En 1670, le père Lana, jésuite, a consacré le quatrième chapitre de son ***Prodromo all' arte maëstra***, à décrire la construction d'un vaisseau qui naviguerait dans les airs. Ce vaisseau devait être à mâts et à voiles. Il portait à la poupe et à la proue deux montants de bois surmontés chacun à leur extrémité de deux globes de cuivre. L'auteur assure que si l'on chasse l'air contenu dans ces boules de cuivre, ou si l'on y fait le vide, pour employer le langage d'aujourd'hui, ces globes étant devenus plus légers que l'air environnant, s'élèveront dans l'atmosphère et entraîneront le vaisseau. Nous n'avons pas besoin de montrer ce qu'avait d'illusoire une idée semblable. D'ailleurs les moyens que le père Lana propose pour chasser l'air des globes de cuivre sont dépourvus de bon sens.

Un autre religieux, le père Galien, d'Avignon, a écrit en 1755 un petit livre sur l'*art de naviguer dans les airs*. A l'époque de la découverte des aérostats, quelques personnes prétendirent que les frères Montgolfier avaient puisé dans le livre oublié du père Galien le

principe de leur découverte. Les inventeurs dédaignèrent de combattre cette assertion. L'ouvrage du père Galien n'est, en effet, qu'un simple jeu d'esprit, une sorte de rêverie qui serait peut-être amusante si l'auteur n'avait voulu appuyer sur des chiffres et des calculs les fantaisies de son imagination.

Le père Galien suppose que l'atmosphère est partagée en deux couches superposées, de plus en plus légères à mesure qu'on s'éloigne de la terre. « Or, dit-il, un bateau se maintient sur l'eau, parce qu'il est plein d'air, et que l'air est plus léger que l'eau. Supposons donc qu'il y ait la même différence de poids entre les couches supérieures de l'air et les inférieures qu'entre l'air et l'eau ; supposons aussi un bateau qui aurait sa quille dans l'air supérieur, et ses fonds dans une autre couche plus légère, il arrivera à ce bateau la même chose qu'à celui qui plonge dans l'eau. »

Le père Galien ajoute qu'*à la région de la grêle*, il y a dans l'air une séparation en deux couches, dont l'une pèse 1 quand l'autre pèse 2. « *Donc*, dit-il, en mettant un vaisseau dans la région de la grêle, et en élevant ses bords de *quatre-vingt-trois toises* au-dessus, dans la région supérieure, qui est moitié plus légère, on naviguerait parfaitement. » Mais il est bien important que les flancs du bâtiment dépassent de quatre-vingt-trois toises le niveau de la région de la grêle ; sans cela, dans les mouvements du navire, l'air plus pesant y pénétrerait, et le bâtiment sombrerait !

Comment arrive-t-on à transporter le vaisseau dans la région de la grêle? Le père Galien ne s'explique pas sur cette question qui aurait pourtant son importance ;

en revanche il nous donne des détails très circonstanciés sur la taille et la construction de son navire. « Le vaisseau, dit-il, serait plus long et plus large que la ville d'Avignon, et sa hauteur ressemblerait à celle d'une montagne bien considérable. Un seul de ses côtés contiendrait un million de toises carrées; car 1,000 est la racine carrée d'un million. Il aurait six côtés égaux, puisque nous lui donnons une figure cubique. Nous supposons aussi qu'il fût couvert; car, s'il ne l'était pas, il ne faudrait avoir égard qu'à cinq de ses côtés pour mesurer combien pèserait le corps de tout le vaisseau, indépendamment de sa cargaison, en lui donnant deux quintaux de pesanteur par toise carrée. Ayant donc six côtés égaux, et chaque côté étant de 1,000,000 de toises carrées, dont chacune pesant deux quintaux, il s'ensuit que le seul corps de ce vaisseau pèserait 12,000,000 de quintaux, pesanteur énorme, au delà de dix fois plus grande que n'était celle de l'arche de Noé, avec tous les animaux et toutes les provisions qu'elle renfermait. »

Ici le père Galien s'arrête pour calculer le poids de cette arche célèbre, et cet épisode l'éloigne un peu de son vaisseau. Mais enfin il y revient, et continue en ces termes : « Nous voilà donc embarqués dans l'air avec un vaisseau d'une horrible pesanteur. Comment pourra-t-il s'y soutenir et transporter avec cela une nombreuse armée, tout son attirail de guerre et ses provisions de bouche, jusqu'au pays le plus éloigné? C'est ce que nous allons examiner. »

Nous ne suivrons pas le père Galien au milieu de la fantaisie de ses calculs imaginaires. Tout cela n'est

qu'une espèce de rêve philosophique. Ce qui prouve, en effet, que le père Galien, en donnant son *Traité sur l'art de naviguer dans les airs*, n'a jamais prétendu écrire, comme on l'a dit, un ouvrage sérieux, c'est qu'il s'exprime de la manière suivante, dans un avertissement en tête de son livre : « Quant à la conséquence ultérieure de pouvoir naviguer dans l'air, à la hauteur de la région de la grêle, *je ne pense pas que cela expose jamais personne aux frais et aux dangers d'une telle navigation;* il n'est question ici que d'une simple théorie sur sa possibilité, et je ne la propose, cette théorie, que par manière de *récréation physique et géométrique.* »

Ce n'est pas seulement par des calculs plus ou moins sérieux que l'on a essayé de résoudre le problème du vol aérien. Depuis le XVI[e] siècle on compte un grand nombre de mécaniciens qui ont essayé de construire des appareils destinés à imiter le vol des oiseaux, et beaucoup d'entre eux n'ont pas hésité à confier leur vie au jeu de ces machines.

Jean-Baptiste Dante, habile mathématicien, qui vivait à Pérouse vers la fin du XV[e] siècle, construisit des ailes artificielles qui, appliquées au corps de l'homme, lui donnaient, dit-on, la propriété de voler. Selon l'abbé Mouger, qui lut à l'Académie de Lyon, le 11 mai 1773, un *Mémoire sur le vol aérien*, J.-B. Dante aurait fait plusieurs fois l'essai de son appareil sur le lac de Trasimène. Mais ces expériences eurent une assez triste fin. Le jour de la célébration du mariage de Barthélemy d'Alviane, Dante voulut donner ce spectacle à la ville de Pérouse : il s'éleva très haut, dit l'abbé Mouger, et vola par dessus la place ; mais le

fer avec lequel il dirigeait une de ses ailes s'étant brisé, il tomba sur l'église de Notre-Dame et se cassa la cuisse. Suivant le même écrivain, un accident semblable serait arrivé précédemment à un savant bénédictin anglais, Olivier de Malmesbury. Il s'élança du haut d'une tour avec des ailes attachées à ses bras et à ses pieds. Mais ses ailes le soutinrent à peine l'espace de cent vingt pas; il tomba au pied de la tour, se cassa les jambes et mourut de sa chute.

Pendant l'année 1678, un mécanicien nommé Le Besnier, originaire de la province du Maine, fit à Paris diverses expériences d'une *machine à voler*. L'instrument dont il se servait était composé de quatre ailes ou pales de taffetas, brisées en leur milieu, et pouvant se plier et se mouvoir à l'aide d'une charnière, comme un volet de fenêtre. Ces ailes étaient fixées sur ses épaules, et il les faisait mouvoir alternativement au moyen des pieds et des mains. Le Besnier ne prétendait pas s'élever de terre ni planer longtemps en l'air; mais il assurait qu'en partant d'un lieu médiocrement élevé, il pourrait se transporter aisément d'un endroit à un autre, de manière à franchir, par exemple, un bois ou une rivière. Le *Journal des savants* du 13 septembre 1678 assure que Le Besnier fit usage de ses ailes avec un certain succès, et qu'un baladin qui en acheta une paire à l'inventeur s'en servit heureusement à la foire de Guibray.

Il n'en fut pas de même d'un certain Bernon, qui, à Francfort, se cassa le cou en essayant de voler.

Dans son petit ouvrage sur *les ballons*, M. Julien Turgan rapporte un fait intéressant qui se serait passé à Lisbonne en 1736 : « Dans une expérience publique faite à

Lisbonne en 1736 en présence du roi Jean V, un certain Gusman, physicien portugais, s'éleva, dit M. Turgan, dans un *panier d'osier* recouvert de papier. *Un brasier était allumé sous la machine;* mais, arrivée à la hauteur des toits, elle se heurta contre la corniche du Palais-Royal, se brisa et tomba. Toutefois la chute eut lieu assez doucement pour que Gusman demeurât sain et sauf. Les spectateurs enthousiasmés lui décernèrent le titre d'*oroador* (l'homme volant). Encouragé par ce demi-succès, il s'apprêtait à réitérer l'épreuve, lorsque l'inquisition le fit arrêter comme sorcier. Le malheureux aéronaute fut jeté dans un *in pace*, d'où il serait sorti pour monter sur le bûcher, sans l'intervention du roi. Il a toujours été confondu avec le père Barthélemy Lourenço, dont l'invention complétement impraticable avait cependant obtenu du roi de Portugal une pension de 3,750 livres. » Il est fâcheux que M. Turgan ne cite pas la source de ce renseignement curieux et nouveau.

A une époque plus rapprochée de la nôtre, le marquis de Baqueville eut à Paris un sort à peu près semblable. Il avait construit d'énormes ailes semblables à celles qu'on donne aux anges; il annonça qu'il traverserait la Seine en volant et qu'il viendrait s'abattre dans le jardin des Tuileries. L'hôtel du marquis de Baqueville était situé sur le quai des Théatins, au coin de la rue des Saints-Pères. Il s'élança de sa fenêtre et s'abandonna à l'air. Il parait que dans les premiers instants son vol fut assez heureux, mais lorsqu'il fut parvenu au milieu de la Seine, ses mouvements devinrent incertains, et il finit par tomber sur un bateau de blanchisseuses; le volume de ses ailes amortit un

peu la chute : il en fut quitte pour une cuisse cassée.

La tradition rapporte que, sous Louis XIV, un danseur de corde nommé Alard annonça qu'il ferait devant le roi, à Saint-Germain, une expérience de vol aérien. Il devait s'élancer de la terrasse et se rendre par la voie de l'air jusque dans le bois du Vésinet, dans l'endroit où se trouve aujourd'hui l'embarcadère du chemin de fer. Il paraît qu'il se servait d'une sorte de pales ou plans inclinés à l'aide desquels il comptait s'abaisser doucement vers la terre. Il partit, mais l'appareil répondant mal aux vues de sa construction, le maladroit Dédale tomba au pied de la terrasse et se blessa dangereusement.

En 1772, l'abbé Desforges, chanoine à Étampes, fit publier, par la voie des journaux, l'annonce de l'expérience publique d'une voiture volante de son invention. Au jour indiqué, un grand nombre de curieux répondirent à son appel. On trouva le chanoine installé avec sa voiture sur la vieille tour de Guitel. La machine du chanoine était une sorte de nacelle munie de grandes ailes à charnières. Elle était longue de sept pieds et large de trois pieds et demi. D'après l'inventeur, elle pouvait faire trente lieues à l'heure ; ni les vents, ni la pluie, ni l'orage ne devaient arrêter son essor. Le chanoine entra dans sa voiture, et le moment du départ étant venu, il déploya ses ailes qui furent mises en mouvement avec une grande vitesse. « Mais, dit un témoin oculaire, plus il les agitait, plus sa machine semblait presser la terre et vouloir s'identifier avec elle. »

La dernière machine du genre de celles qui nous occupent, est le *bateau volant* dont Blanchard, en

1782, faisait l'exhibition publique dans la rue Taranne. Mais, malgré toutes ses annonces et ses promesses, il ne put rien obtenir de sérieux.

Le mauvais résultat de tous les essais entrepris pendant le dernier siècle, pour construire des machines réalisant le vol aérien, fit abandonner ces vaines recherches. Si le succès eût couronné d'aussi puériles tentatives, on aurait obtenu une machine pouvant peut-être satisfaire quelques instants la curiosité publique; mais incapable, en fin de compte, de répondre à aucun objet d'application sérieuse. D'ailleurs, le géomètre De Lalande démontra l'impossibilité de réussir dans les recherches de ce genre. Dans une lettre adressée en 1782 au *Journal des savants*, De Lalande prouve mathématiquement que, pour élever et soutenir un homme dans les airs, sans autre point d'appui que lui-même, il faudrait le munir de deux ailes de cent quatre-vingts pieds de long et d'autant de large, c'est-à-dire de la dimension des voiles d'un vaisseau, masse évidemment impossible à soutenir et à manœuvrer avec les seules forces d'un homme.

Les recherches relatives à la construction des machines à voler étaient donc à peu près oubliées, lorsque la découverte des ballons vint ramener l'attention sur elles, et rendre quelque valeur au petit nombre de résultats pratiques qu'elles avaient mis en lumière. On se proposa de munir le voyageur aéronaute d'un appareil propre à favoriser sa descente dans les cas périlleux ou embarrassants, et ce problème fut assez facilement résolu, grâce aux données fournies par les expériences antérieures concernant le vol aérien.

Le physicien qui a mis le premier en pratique le principe

sur lequel est fondé le parachute actuel est Sébastien Lenormand, qui devint plus tard professeur de technologie au Conservatoire des arts et métiers. C'est à Montpellier qu'il fit, en 1783, la première expérience de ce genre que l'on ait exécutée à notre époque. Lenormand avait lu dans quelques relations de voyage, que, dans certains pays, des esclaves, pour amuser leur roi, se laissaient tomber munis d'un parasol, d'une assez grande hauteur, sans se faire beaucoup de mal, parce qu'ils sont retenus par la couche d'air comprimée par le parasol. Il lui vint à l'esprit de répéter lui-même cette expérience, et le 26 novembre 1783 il se laissa aller de la hauteur d'un premier étage, tenant de chaque main un parasol de trente pouces; les extrémités des baleines de ces parasols étaient rattachées au manche par des ficelles, afin que la colonne d'air ne le fît pas rebrousser en arrière. La chute lui parut insensible. En faisant cette expérience, Lenormand fut aperçu par un curieux qui en rendit compte à l'abbé Bertholon, alors professeur de physique à Montpellier. Ce dernier ayant demandé à Lenormand quelques explications à ce sujet, Lenormand lui offrit de répéter devant lui l'expérience, en faisant tomber de cette manière différents animaux du haut de la tour de l'observatoire de Montpellier. Ils firent ensemble ce nouvel essai. Lenormand disposa un parasol de vingt-huit pouces, comme il l'avait fait la première fois, et il attacha au bout du manche divers animaux dont la grosseur et le poids étaient proportionnés au diamètre du parasol. Les animaux touchèrent la terre sans éprouver la moindre secousse. « D'après cette expérience, dit Lenormand, je calculai la grandeur d'un

parasol capable de garantir d'une chute, et je trouvai qu'un diamètre de quatorze pieds suffisait, en supposant que l'homme et le parachute n'excèdent pas le poids de deux cents livres; et qu'avec ce parachute un homme peut se laisser tomber de la hauteur des nuages sans risquer de se faire de mal... Ce fut pendant la tenue des états du ci-devant Languedoc, c'est-à-dire vers la fin de décembre 1783, que je fis cette expérience. Le citoyen Montgolfier était alors à Montpellier; il fut témoin de quelques unes de ces expériences; il approuva beaucoup le nom de *parachute* que je donnai à ces machines, et proposa d'y faire quelques changements (1). »

Peu de temps après, Blanchard, dans ses ascensions publiques, répétait sous les yeux des Parisiens et comme objet de divertissement, l'expérience exécutée par Lenormand du haut de la tour de l'observatoire de Montpellier. Il attachait à un vaste parasol divers animaux qu'il lançait du haut de son ballon, et qui arrivaient à terre sans le moindre mal. Bien que ces expériences eussent toujours réussi, Blanchard n'eut jamais la pensée de les exécuter lui-même ni de rechercher si le parachute développé et agrandi pourrait devenir pour l'aéronaute un moyen de sauvetage.

Cette pensée audacieuse s'offrit pour la première fois à l'esprit de deux prisonniers.

Jacques Garnerin, qui devint plus tard l'émule et le rival heureux de Blanchard, avait été témoin, à Paris, des expériences que ce dernier exécutait avec différents animaux qu'il faisait descendre en parachute du

(1) *Annales de physique et de chimie*, t. XXXVI, page 97.

haut de son ballon. Envoyé en 1793 à l'armée du Nord, comme commissaire de la Convention, Garnerin fut fait prisonnier dans un combat d'avant-postes à Marchiennes. Pendant les loisirs de la longue captivité qu'il subit en Hongrie dans les prisons de Bude, l'expérience de Blanchard lui revint en mémoire et il résolut de la mettre à profit pour recouvrer sa liberté. Mais il ne put réussir à cacher les préparatifs de sa fuite; on s'empara des pièces qu'il commençait à disposer, et il dut renoncer à mettre son projet à exécution.

Un autre prisonnier poussa plus loin la tentative. Ce fut Drouet, le maître de poste de Sainte-Menehould, qui avait arrêté Louis XVI, pendant sa fuite à Varennes.

Drouet avait été nommé par le département de la Marne, membre de la Convention. En 1793, il fut envoyé comme commissaire à l'armée du Nord, et il se trouvait à Maubeuge lors du blocus de cette ville par les Autrichiens. Craignant de tomber au pouvoir des assiégeants, il se décida à revenir à Paris et partit pendant la nuit avec une escorte de dragons. Mais son cheval s'étant abattu, il tomba entre les mains des Autrichiens qui l'emmenèrent prisonnier à Bruxelles, puis à Luxembourg. Lorsque les alliés abandonnèrent les Pays-Bas en 1794, ils transportèrent Drouet à la forteresse de Spielberg, en Moravie, et c'est là qu'inspiré par le souvenir des expériences de Blanchard, il essaya de s'échapper à l'aide d'une sorte de parachute. Il fabriqua avec les rideaux de son lit un vaste parasol, et réussit à cacher son travail aux soldats qui le gardaient. La nuit étant venue, il se laissa aller du haut de la citadelle; mais il se cassa le pied

en tombant, et fut ramené dans sa prison, d'où il ne sortit qu'un an après pour être échangé, avec quelques autres représentants du peuple, contre la fille de Louis XVI.

Jacques Garnerin, rendu à la liberté en 1797, en profita pour mettre à exécution le projet qu'il avait conçu dans les prisons de Bude. Il voulut reconnaître si le parachute, avec les dimensions et la forme qu'il avait calculées, ne pourrait être utile comme moyen de sauvetage dans les voyages aérostatiques. Il exécuta cette courageuse expérience le 22 octobre 1797.

A cinq heures du soir, Jacques Garnerin s'éleva du parc de Monceaux dans un aérostat de petite dimension. La nacelle dans laquelle il s'était placé était surmontée d'un parachute replié, suspendu lui-même à l'aérostat. L'affluence des curieux était considérable ; un morne silence régnait dans la foule, l'intérêt et l'inquiétude étaient peints sur tous les visages. Lorsqu'il eut dépassé la hauteur de mille mètres, on le vit couper la corde qui rattachait le parachute à son ballon. Le ballon s'éleva et se perdit dans les nues, tandis que la nacelle et le parachute étaient précipités vers la terre avec une prodigieuse vitesse. L'instrument s'étant développé, la vitesse de la chute fut très amoindrie. Mais la nacelle faisait des oscillations énormes qui résultaient de ce que l'air, accumulé au-dessous du parachute et ne rencontrant pas d'issue, s'échappait tantôt par un bord, tantôt par un autre, et provoquait des oscillations et des secousses effrayantes. Un cri d'épouvante s'échappa du sein de la foule, plusieurs femmes s'évanouirent. Heureusement on n'eut à déplorer aucun accident fâcheux. Arrivée à terre, la na-

celle heurta fortement le sol, mais ce choc n'eut point d'issue funeste. Garnerin monta aussitôt à cheval et s'empressa de revenir au parc de Monceaux pour rassurer ses amis et recevoir les félicitations que méritait son courage. L'astronome De Lalande, son ami, s'empressa d'aller annoncer ce succès à l'Institut qui se trouvait assemblé, et la nouvelle fut reçue avec un intérêt extrême. Il sera peut-être intéressant de lire ici la narration de cette belle expérience donnée par Garnerin lui-même dans le *Journal de Paris*.

« On ne saurait croire, dit Garnerin, tous les obstacles qu'il me fallut vaincre pour arriver à l'expérience du parachute que j'ai faite le premier de ce mois, au parc de Monceaux. J'ai été obligé de construire mon parachute en deux jours et deux nuits. Pour que le parachute fût prêt le jour indiqué, je fus non seulement contraint de renoncer aux projets de précaution que commandait la prudence dans un essai de cette importance, mais je fus encore obligé de supprimer beaucoup des agrès nécessaires à ma sûreté... Le 1[er] brumaire, jour indiqué pour l'expérience, j'éprouvai encore d'autres contre-temps. A deux heures, je n'avais pas encore reçu une goutte d'acide sulfurique pour obtenir le gaz inflammable propre à remplir mon aérostat. L'opération commença plus tard; un vent violent contrariait les manœuvres; à quatre heures et demie, je doutais encore que mon ballon pût m'enlever avant la nuit. Le ballon d'essai qui devait m'indiquer la direction que j'allais suivre manqua : en suspendant le parachute au ballon, le tuyau qui lui servait de manche se rompit, et le cercle qui le tenait se cassa. Malgré tous ces accidents je partis, emportant avec moi cent livres de lest, dont je jetai subitement le quart dans l'enceinte même, pour franchir les arbres sur lesquels je craignais d'être porté par le vent. Je dépassai rapidement la hauteur de 300 toises, d'où j'avais promis de me précipiter avec mon parachute.

» Je fus porté sur la plaine de Monceaux, qui me parut très favorable pour consommer l'expérience aux yeux des spectateurs.

Aller plus loin, c'eût été en diminuer le mérite pour eux, et c'était prolonger trop longtemps leur inquiétude sur l'événement. Tout combiné, je prends mon couteau et je tranche la corde fatale au-dessus de ma tête. Le ballon fit explosion sur-le-champ, et le parachute se déploya en prenant un mouvement d'oscillation qui lui fut communiqué par l'effort que je fis en coupant la corde ; ce qui effraya beaucoup le public.

» Bientôt j'entendis l'air retentir de cris perçants. J'aurais pu ralentir ma descente en me débarrassant d'un lest de 75 livres qui restait dans ma nacelle ; mais j'en fus empêché par la crainte que les sacs qui le contenaient ne tombassent sur la foule de curieux que je voyais au-dessous de moi. L'enveloppe du ballon arriva à terre longtemps avant moi.

» Je descendis enfin sans accident dans la plaine de Monceaux, où je fus embrassé, caressé, porté, froissé et presque étouffé par une multitude immense qui se pressait autour de moi.

» Tel fut le résultat de l'expérience du parachute, dont je conçus l'idée dans mon cachot de la forteresse de Bude en Hongrie, où les Autrichiens m'ont retenu comme otage et prisonnier d'État.

» Je laisse aux témoins de cette scène le soin de décrire l'impression que fit sur les spectateurs le moment de ma séparation du ballon et de ma descente en parachute ; il faut croire que l'intérêt fut bien vif, car on m'a rapporté que les larmes coulaient de tous les yeux, et que des dames aussi intéressantes par leurs charmes que par leur sensibilité étaient tombées évanouies. »

Dès sa seconde ascension, Garnerin apporta au parachute un perfectionnement indispensable qui lui donna toutes les conditions nécessaires de sécurité. Il pratiqua au sommet une ouverture circulaire surmontée d'un tuyau de un mètre de hauteur. L'air accumulé dans la concavité du parachute s'échappe par cet orifice, et de cette manière, sans nuire aucunement à l'effet de l'appareil, on évite ces oscillations qui avaient fait courir à Garnerin un si grand danger.

Le parachute dont on se sert aujourd'hui est le même appareil que Garnerin a construit et employé en 1797. C'est une sorte de vaste parasol de cinq mètres de rayon, formé de trente-six fuseaux de taffetas, cousus ensemble et réunis au sommet à une rondelle de bois. Quatre cordes partant de cette rondelle, soutiennent la nacelle ou corbeille d'osier où se place l'aéronaute; trente-six petites cordes, retenant les bords du parasol, viennent s'attacher à la corbeille; elles sont destinées à l'empêcher de se rebrousser par l'effort de l'air. La distance de la nacelle au sommet de l'appareil est d'environ dix mètres. Lors de l'ascension, l'appareil est fermé, mais seulement aux trois quarts environ; un cercle de bois léger d'un mètre et demi de rayon, concentrique au parachute, le maintient un peu ouvert, de manière à favoriser, au moment de la descente, l'ouverture et le développement de la machine par l'effet de la résistance de l'air. Au sommet se trouve pratiquée une cheminée d'un mètre de hauteur, qui permet à l'air comprimé de s'échapper rapidement sans nuire à sa résistance qui modère la vitesse de la chute.

C'est avec cette machine si simple que Jacques Garnerin, Élisa Garnerin sa nièce, et madame Blanchard ont donné si souvent au public de Paris le spectacle toujours nouveau et toujours admiré de leur descente au milieu des airs. Aucun événement fâcheux n'a signalé ces belles et courageuses expériences. Si dans une seule occasion elles ont eu une issue funeste, on ne doit l'attribuer qu'à l'imprévoyance et à l'ignorance de l'opérateur; nous voulons parler de la mort de M. Cocking.

M. Cocking était un amateur anglais qui s'était mis en tête de créer un nouveau parachute. M. Green,

qu'il avait accompagné dans quelques ascensions, eut le tort d'ajouter foi à sa prétendue découverte, et le tort plus grand encore de se prêter à l'expérience. Il était cependant bien facile de comprendre par avance que le projet de M. Cocking était tout simplement une folie. Voici, en effet, la disposition qu'il avait imaginée. Le parachute employé par les aéronautes est un véritable parasol dont la concavité regarde la terre ; en tombant il pèse sur l'air atmosphérique et s'appuie dès lors sur un support résistant. M. Cocking prenait le contre-pied de cette disposition ; il renversait le parasol dont la concavité regardait le ciel : c'était une disposition merveilleusement choisie pour précipiter la chute au lieu de la retarder. L'événement ne le prouva que trop. Dans une ascension faite au Wauxhall de Londres, le 27 septembre 1836, M. Green s'était embarqué, tenant M. Cocking et son déplorable appareil suspendus par une corde à la nacelle de son ballon. Parvenu à une hauteur de douze cents mètres, M. Green coupa la corde, et il dut considérer avec effroi la chute épouvantable du malheureux qu'il venait de lancer dans l'éternité. En une minute et demie, l'aéronaute fut précipité à terre, d'où on le releva sans vie.

CHAPITRE VI.

Applications des aérostats aux sciences. — Voyage scientifique de Robertson et Saccharoff. — Voyage de MM. Biot et Gay-Lussac; — de MM. Barral et Bixio.

Un temps considérable s'était écoulé depuis l'invention des aérostats, et les sciences n'en avaient encore retiré aucun profit. Aussi l'enthousiasme qui avait d'abord accueilli cette découverte avait-il fait place à une indifférence et à un découragement extrêmes, et l'on fondait si peu d'espoir sur l'application des aérostats aux sciences physiques et naturelles, que vingt ans se passèrent sans amener une seule expérience dirigée dans cette voie. Ce n'est, en effet, qu'en 1803 que s'accomplit la première ascension exécutée dans la vue d'étudier certains points de l'histoire de notre globe. Le physicien Robertson en fut le héros.

Tout Paris a vu, sous l'Empire et sous la Restauration, le physicien Robertson montrant dans la rue de la Paix, à l'ancien couvent des Capucines, son cabinet de fantasmagorie. Les débuts de sa carrière avaient été plus brillants. Flamand d'origine, Robertson passa à Liége, lieu de sa naissance, la première partie de sa jeunesse. Il se disposait à entrer dans les ordres, et s'occupait à Louvain des études relatives à sa profession future, lorsque les événements de la révolution française le détournèrent de ce projet. Il vint à Paris et se consacra à l'étude des sciences physiques. Il s'est vanté d'avoir fait connaître le premier en France les travaux de Volta sur l'électricité. Tout ce que l'on peut dire,

c'est que, lorsque Volta vint à Paris exposer ses découvertes, Robertson l'accompagnait auprès des savants de la capitale, et avait avec lui des relations quotidiennes. Peu de temps après, Robertson obtint au concours la place de professeur de physique au collége du département de l'Ourthe, qui faisait alors partie de la France. Mais son esprit aventureux et inquiet s'accommodait mal de la rigueur des règles de la maison : il abandonna sa place et revint à Paris. Après avoir essayé inutilement de diverses carrières, excité par les succès de Blanchard, il embrassa la profession d'aéronaute. Ses connaisances assez étendues en physique lui devinrent d'un grand secours dans cette carrière nouvelle ; elles lui donnèrent les moyens d'exécuter la première ascension que l'on ait faite dans un intérêt véritablement scientifique.

Le beau voyage que Robertson exécuta à Hambourg, le 18 juillet 1803, avec son compatriote Lhoest, fit beaucoup de bruit en Europe. Les aéronautes demeurèrent cinq heures et demie dans l'air et descendirent à vingt-cinq lieues de leur point de départ. Ils s'élevèrent jusqu'à la hauteur de 7,400 mètres, et se livrèrent à différentes observations de physique. Entre autres faits, ils crurent reconnaître qu'à une hauteur considérable dans l'atmosphère, les phénomènes du magnétisme terrestre perdent sensiblement de leur intensité, et qu'à cette élévation l'aiguille aimantée oscille avec plus de lenteur qu'à la surface de la terre, phénomène qui indiquerait, s'il était vrai, un affaiblissement dans les propriétés magnétiques de notre globe à mesure que l'on s'élève dans les régions supérieures.

Robertson nous a laissé un exposé assez étendu de

son ascension ; nous rapporterons quelques parties de son récit.

« ..... Je partis, dit-il, à neuf heures du matin, accompagné de M. Lhoest, mon condisciple et compatriote français, établi dans cette ville ; nous avions 140 livres de lest. Le baromètre marquait 28 pouces, le thermomètre de Réaumur 16°. Malgré un faible vent de nord-ouest, l'aérostat monta si perpendiculairement et si haut, que dans toutes les rues chacun croyait l'avoir à son zénith. Pour accélérer notre élévation, je détachai un parachute de soie, d'une forme parabolique, et ayant dans sa périphérie des cases dont le but était d'éviter les oscillations. L'animal qu'il soutenait, enfermé dans une corbeille, descendit avec une lenteur de deux pieds par seconde, et d'une manière presque uniforme. Dès l'instant où le baromètre commença à descendre, nous ménageâmes notre lest avec beaucoup de prudence, afin d'éprouver d'une manière moins sensible les différentes températures par lesquelles nous allions passer.

» A dix heures quinze minutes, le baromètre était à 19 pouces et le thermomètre à 3° au-dessus de zéro. Sentant arriver graduellement toutes les incommodités d'un air raréfié, nous commençâmes à disposer quelques expériences sur l'électricité atmosphérique....... L'électricité des nuages que j'ai obtenue trois fois a toujours été vitrée.

» Nous fûmes souvent détournés dans ces différents essais par la surveillance qu'il fallait accorder à l'aérostat, dont le taffetas se distendait avec violence, quoique l'appendice fût ouvert ; le gaz en sortait en sifflant et devenait visible en passant dans une atmosphère plus froide ; nous fûmes même obligés, crainte d'explosion, de donner deux issues au gaz hydrogène en ouvrant la soupape. Comme il restait encore beaucoup de lest je proposai à mon compagnon de monter encore : aussi zélé et plus robuste que moi, il m'en témoigna le plus grand désir, quoiqu'il se trouvât fort incommodé. Nous jetâmes du lest pendant quelque temps ; bientôt le baromètre indiqua un mouvement progressif ; enfin, le froid augmenta, et nous ne tardâmes pas à le voir descendre avec une extrême lenteur. Pendant les différents essais dont nous nous occupions, nous éprouvions une anxiété, un

malaise général; le bourdonnement d'oreilles dont nous souffrions depuis longtemps augmentait d'antant plus que le baromètre dépassait les 13 pouces. La douleur que nous éprouvions avait quelque chose de semblable à celle que l'on ressent lorsque l'on plonge la tête dans l'eau. Nos poitrines paraissaient dilatées et manquaient de ressort; mon pouls était précipité; celui de M. Lhoest l'était moins : il avait, ainsi que moi, les lèvres grosses, les yeux saignants; toutes les veines étaient arrondies et se dessinaient en relief sur mes mains. Le sang se portait tellement à la tête, qu'il me fit remarquer que son chapeau lui paraissait trop étroit. Le froid augmenta d'une manière sensible; le thermomètre descendit assez brusquement juqu'à 2° et vint se fixer à 5° et demi au-dessous de glace, tandis que le baromètre était à 12 pouces 4/100. A peine me trouvai-je dans cette atmosphère, que le malaise augmenta; j'étais dans une apathie morale et physique; nous pouvions à peine nous défendre d'un assoupissement que nous redoutions comme la mort. Me défiant de mes forces, et craignant que mon compagnon de voyage ne succombât au sommeil, j'avais attaché une corde à ma cuisse ainsi qu'à la sienne; l'extrémité de cette corde passait dans nos mains. C'est dans cet état peu propre à des expériences délicates, qu'il fallut commencer les observations que je me proposais. »

Ici Robertson donne le détail des expériences qu'il fit sur l'électricité et le magnétisme. A la hauteur qu'il occupait dans l'atmosphère, les phénomènes de l'électricité statique lui paraissaient sensiblement affaiblis; le verre, le soufre et la cire d'Espagne ne s'électrisaient que très faiblement par le frottement. La pile de Volta fonctionnait avec moins d'énergie qu'à la surface de la terre. En même temps il crut reconnaître que les oscillations de l'aiguille aimantée diminuaient d'intensité, ce qui l'amena à admettre l'affaiblissement du magnétisme terrestre à mesure que l'on s'élève dans les hautes régions de l'air. Nous ne rap-

porterons pas ces expériences, car nous les trouverons bientôt réfutées et expliquées par M. Biot.

« A onze heures et demie, continue Robertson, le ballon n'était plus visible pour la ville de Hambourg, du moins personne ne nous a assuré nous avoir observés à cette heure-là. Le ciel était si pur sous nos pieds, que tous les objets se peignaient à nos yeux dans un diamètre de plus de 25 lieues avec la plus grande précision, mais dans la proportion de la plus petite miniature. A onze heures vingt-cinq minutes, la ville de Hambourg ne paraissait plus que comme un point rouge à nos yeux; l'Elbe se dessinait en blanc, comme un ruban très étroit. Je voulus faire usage d'une lunette de Dollon; mais ce qui me surprit, c'est qu'en la prenant, je la trouvai si froide que je fus obligé de l'envelopper dans mon mouchoir pour la maintenir. Lorsque nous étions à notre plus grande élévation, il s'éleva du côté de l'est quelques nuages sous nos pieds, mais à une distance telle, que mon ami crut que c'était un incendie de quelque ville. La lumière étant différemment réfléchie par les nuages que sur la terre, leur fait prendre des formes arrondies, et leur donne une couleur blanchâtre et éblouissante comme la neige; beaucoup d'objets tels que des habitations, des lacs ou des bois, nous paraissaient des concavités.

» Ne pouvant supporter aussi longtemps que nous l'aurions désiré la position pénible où nous nous trouvions, nous descendîmes après avoir perdu beaucoup de gaz et de lest. Notre descente nous offrit le spectacle de la terreur que peut inspirer un aérostat aussi grand que le nôtre, dans un pays où l'on n'a jamais vu de semblables machines : elle s'effectuait justement au-dessus d'un pauvre village appelé Badenbourg, placé au milieu des bruyères du Hanovre; notre apparition y jeta l'alarme, et l'on s'empressa de ramener les bestiaux des campagnes.

» Pendant que notre aérostat descendait avec assez de vitesse, nous agitions nos chapeaux, nos banderoles, et nous appelions à nous les habitants; mais notre voix augmentait leur terreur. Ces villageois nous prenaient pour un oiseau qu'ils croyaient invulnérable, et que le préjugé leur fait connaître sous le nom d'*oiseau de fer* ou *aigle d'acier*. Ils couraient en désordre.

jetant des cris affreux ; ils abandonnaient leurs troupeaux, dont les beuglements augmentaient encore l'alarme. Lorsque l'aérostat toucha la terre, chacun s'était enfermé chez soi. Ayant appelé inutilement à plusieurs reprises, et craignant que la frayeur ne les portât à quelques violences, nous jugeâmes qu'il était prudent de remonter, et je m'y déterminai avec d'autant plus de plaisir que je désirais faire un troisième essai sur l'électricité, que deux fois j'avais trouvée positive.

» Cette seconde ascension épuisa tout à fait notre lest ; nous en pressentions le besoin, car le ballon ayant longtemps nagé dans une atmosphère raréfiée, était flasque et avait perdu beaucoup de gaz; nous fîmes cependant encore dix lieues. Je prévis que notre descente serait extrêmement accélérée : comme il ne me restait plus de lest, je rassemblai tout ce qu'il y avait dans la nacelle, tels que les instruments de physique, le baromètre même, le pain, les cordes, les bouteilles, les effets, jusqu'à l'argent que nous avions sur nous, je déposai tous ces objets dans trois sacs, qui avaient contenu le sable, je les attachai à une corde que je fis descendre à 100 pieds au-dessous de la gondole. Ce moyen nous préserva de la secousse. Le poids parvint à terre avant l'aérostat, qui se trouva allégé de plus de 50 livres. Il descendit plus lentement, sur la bruyère entre Wichtenbeck et Hanovre, après avoir parcouru vingt-cinq lieues en cinq heures et demie. »

En quittant l'Allemagne, Robertson se rendit en Russie, et le bruit de ses expériences sur le magnétisme terrestre décida l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg à les faire répéter par l'auteur lui-même. Avec le concours de cette Académie, Robertson, assisté d'un savant moscovite, M. Saccharoff, exécuta à Saint-Pétersbourg une nouvelle ascension (1). Les expériences

(1) Voir à la fin du volume (note III) quelques extraits du rapport qui fut fait à cette occasion à l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg.

auxquelles ils se livrèrent ensemble confirmèrent ses premières assertions relativement à l'affaiblissement de l'action magnétique du globe.

Les résultats annoncés par Robertson et Saccharoff soulevèrent beaucoup d'objections parmi les savants de Paris. Dans une séance de l'Institut, Laplace proposa de faire vérifier le fait annoncé par ces expérimentateurs, relativement à l'affaiblissement de la force magnétique du globe, en se servant des moyens offerts par l'aérostation. Berthollet et plusieurs autres académiciens appuyèrent la demande de Laplace. Cette proposition ne pouvait être faite dans des circonstances plus favorables, puisque Chaptal était alors ministre de l'intérieur. Aussi la décision fut-elle prise à l'instant, et l'on désigna pour exécuter l'ascension MM. Biot et Gay-Lussac, qui étaient les plus jeunes et les plus ardents professeurs de l'époque. Conté se chargea de construire et d'appareiller l'aérostat. Les dispositions qu'il prit pour rendre le voyage aussi sûr que commode ne laissaient rien à désirer. Aussi, le jour fixé pour l'ascension, les deux académiciens n'eurent qu'à se rendre au jardin du Luxembourg, munis de leurs instruments. Cependant, au moment du départ, il survint un petit accident qui nécessita l'ajournement du voyage. L'aérostat s'était trouvé plus tôt prêt que les aéronautes, et ceux-ci avaient cru pouvoir sans danger le faire attendre. Mais les piquets auxquels étaient fixées les cordes qui le retenaient étaient plantés sur un terrain récemment remué, et par conséquent peu solide; une pluie abondante tombée pendant la nuit, l'avait détrempé, de sorte que les piquets ne purent résister à la force ascen-

sionnelle de l'aérostat. En arrivant au Luxembourg, MM. Biot et Gay-Lussac furent tout surpris de voir le ballon en l'air et un grand nombre de personnes occupées à ramener le fugitif. Heureusement on put saisir ses lisières, et on le ramena sur le sol. On dut néanmoins remettre l'ascension à un autre jour et choisir un local plus convenable. On se décida pour le jardin du Conservatoire des arts et métiers, et c'est de là que MM. Biot et Gay-Lussac partirent le 20 août 1804, pour accomplir la plus belle ascension scientifique qu'on ait encore exécutée.

Le but principal de cette ascension était de rechercher si la propriété magnétique éprouve quelque diminution appréciable quand on s'éloigne de la terre. L'examen très attentif auquel les deux savants soumirent, pendant presque toute la durée du voyage, les mouvements de l'aiguille aimantée, les amena à conclure que la propriété magnétique ne perd rien de son intensité quand on s'élève dans les régions supérieures. A quatre mille mètres de hauteur, les oscillations de l'aiguille aimantée coïncidaient en nombre et en amplitude avec les oscillations reconnues à la surface de la terre. Ils expliquèrent l'erreur dans laquelle, selon eux, Robertson était tombé, par la difficulté que présente l'observation de l'aiguille magnétique au milieu des oscillations continuelles de l'aérostat. Ils constatèrent aussi, contrairement aux assertions de Robertson, que la pile de Volta et les appareils d'électricité statique fonctionnent aussi bien à une grande hauteur dans l'atmosphère qu'à la surface du sol. L'électricité qu'ils recueillirent était négative, et sa quantité s'accroissait avec la hauteur. L'observation

de l'hygromètre leur fit reconnaître que la sécheresse croissait également avec l'élévation. Enfin MM. Biot et Gay-Lussac firent différentes observations thermométriques, mais elles ne furent point suffisantes pour amener à quelque conclusion rigoureuse relativement à la loi de décroissance de la température dans les régions élevées (1).

Le voyage aérostatique exécuté par MM. Biot et Gay-Lussac avait laissé beaucoup de points à éclaircir; il fallait confirmer les premières observations et les vérifier en s'élevant à une plus grande hauteur. Pour atteindre ce dernier but avec l'aérostat qui avait servi aux premières expériences, un seul observateur devait s'élever. Il fut décidé que M. Gay-Lussac exécuterait cette nouvelle ascension. Dans ce second voyage, M. Gay-Lussac confirma et étendit les résultats qu'il avait obtenus avec M. Biot relativement à la permanence de l'action magnétique du globe. Il prit un assez grand nombre d'observations thermométriques, et essaya de déterminer à leur aide la loi de décroissance de la température dans les hautes régions de l'air. L'observation de l'hygromètre n'amena à aucune conclusion importante. A la hauteur de six mille cinq cents mètres, M. Gay-Lussac recueillit de l'air qui, soumis à l'analyse, se trouva parfaitement identique, pour sa composition, avec l'air qui existe à la surface de la terre (2).

En terminant la relation de son beau voyage, M. Gay-

(1) Voir à la fin du volume (note IV) la relation complète de ce voyage présentée à l'Institut par M. Biot.

(2) On trouvera à la note V un extrait de la relation du voyage aérostatique de M. Gay-Lussac.

Lussac exprimait le vœu que l'Académie lui donnât les moyens de continuer cette série d'expériences intéressantes. Malheureusement ce vœu n'a pas été rempli. Depuis le voyage de MM. Biot et Gay-Lussac, les seules ascensions effectuées dans l'intérêt exclusif des sciences se réduisent à une courte excursion aérienne exécutée en Amérique par M. de Humbolt et aux tentatives infructueuses faites pendant l'été dernier par MM. Barral et Bixio. L'ascension de M. de Humbolt en Amérique n'a produit, au point de vue des sciences, que fort peu de résultats. Quant aux deux ascensions de MM. Barral et Bixio, elles n'ont guère porté plus de fruits, et tout s'est réduit pour les hardis et savants explorateurs à l'honneur stérile d'un naufrage. Cependant les détails de leurs tentatives méritent d'être rappelés.

MM. Barral et Bixio, l'un chimiste habile, ancien répétiteur à l'École polytechnique, l'autre médecin et homme politique bien connu par le rôle qu'il a joué à l'Assemblée constituante, conçurent, il y a un an, le projet de s'élever en ballon à une grande hauteur, pour étudier, avec les instruments perfectionnés que nous possédons, plusieurs phénomènes météorologiques encore imparfaitement observés. Les appareils et les instruments nécessaires à cette expédition avaient été construits par M. Regnault avec un soin, une délicatesse et une patience infinis. M. Dupuis-Delcourt avait fourni le ballon qui devait les emporter dans les hautes régions de l'air.

L'ascension eut lieu devant la cour de l'Observatoire, le 29 juin 1850, à dix heures et demie du matin. Le ballon était rempli d'hydrogène pur, préparé au moyen

de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer. Tous les instruments, baromètres, thermomètres, hygromètres, ballons destinés à recueillir de l'air, etc., étaient rangés, suspendus à un cercle, au-dessus de la nacelle où se placèrent les voyageurs.

Cependant, au moment de partir, on reconnut que plusieurs dispositions de l'appareil aérostatique étaient loin d'être convenables et faisaient craindre pour l'expédition un dénoûment fâcheux. Le ballon était vieux et d'une étoffe usée, le filet trop étroit; les cordes qui suspendaient la nacelle étaient trop courtes; aussi au lieu de rester suspendue, comme à l'ordinaire, à quelques mètres au-dessous de l'aérostat, la nacelle se trouvait-elle presque en contact avec lui. Enfin une pluie torrentielle vint à tomber; sous l'action des rafales, l'étoffe du ballon se déchira en plusieurs points, et l'on fut obligé de la raccommoder à grand'peine et en toute hâte. Les conditions étaient donc de toutes manières défavorables et la prudence dictait de différer le départ. Mais les voyageurs ne voulurent rien entendre; l'ordre fut donné de lâcher les cordes, et le ballon, dont la force ascensionnelle n'avait pas même été mesurée, s'élança avec la rapidité d'une flèche. On le suivit d'un œil inquiet jusqu'au moment où on le vit disparaître dans un nuage.

Ensevelis dans un brouillard obscur et épais, MM. Barral et Bixio restèrent près d'un quart d'heure avant de revoir le jour. Sortant enfin de ce nuage, ils s'élancèrent vers le ciel et n'eurent au-dessus de leur tête qu'une voûte bleue étincelante de lumière. Ils commencèrent alors leurs observations. La colonne du baromètre ne présentait que quarante-cinq

centimètres, ce qui indiquait une élévation de 4,242 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le thermomètre, qui à terre marquait 20 degrés, était tombé à 7 degrés.

Pendant qu'ils se livraient à ces premières observations, le baromètre continuait de baisser et la vitesse d'ascension ne faisait que s'accroître. En effet, le ballon avait quitté la terre gorgé d'humidité ; en arrivant dans la région supérieure aux nuages, dans un espace sec, raréfié, directement exposé aux rayons solaires, il se délestait spontanément par l'évaporation de l'humidité, et sa force ascensionnelle allait toujours croissant. Cependant les voyageurs, tout entiers au soin de leurs expériences, songeaient à peine à donner un regard à la machine qui les emportait, et ne s'apercevaient aucunement de l'allure dangereuse qu'elle commençait à prendre. La chaleur du soleil agissant sur le gaz, le dilatait dans une mesure considérable, et comme les aéronautes ne songeaient pas à ouvrir la soupape pour lui donner issue, les parois du ballon, violemment distendues, faisaient effort comme pour éclater. MM. Barral et Bixio ne pensaient qu'à relever les indications de leurs instruments.

Ils avaient déjà fait l'essai du polarimètre de M. Arago ; ils notèrent la hauteur du baromètre qui indiquait une élévation de 5,893 mètres. Enfin ils se disposaient à observer le thermomètre, et comme l'instrument s'était chargé d'une légère couche de glace, l'un d'eux s'occupait à l'essuyer pour reconnaître la hauteur de la colonne, lorsqu'il s'avisa par hasard de lever la tête.... il demeura stupéfait du spectacle qui s'offrit à lui. Le ballon, gonflé outre

mesure, était descendu jusque sur la nacelle et la couvrait comme d'un immense manteau. Que s'était-il donc passé? Un fait bien simple et surtout bien facile à prévoir. La soupape n'ayant pas été ouverte, pour donner issue à l'excès de gaz dilaté par la chaleur solaire, le ballon s'était peu à peu enflé et distendu de toutes parts. Comme le filet était trop petit, comme les cordes qui supportaient la nacelle étaient trop courtes, le ballon en se distendant commença par peser sur le cercle qui porte la nacelle. Puis, son volume augmentant toujours, il avait fini par pénétrer dans ce cercle, il faisait hernie à travers sa circonférence et couvrait les expérimentateurs comme d'un vaste chapeau. En quelques minutes tout mouvement leur devint impossible. Ils essayèrent de donner issue à l'excédant du gaz en faisant jouer la soupape; mais il était trop tard, la soupape était condamnée: sa corde pressée entre le cercle de suspension et la tumeur proéminente de l'aérostat, ne transmettait plus l'action de la main. M. Barral prit alors le parti auquel le duc de Chartres avait eu recours en pareille occasion et qui lui avait valu tant de méchantes épigrammes: il plongea son couteau dans les flancs de l'aérostat. Le gaz s'échappant aussitôt, vint inonder la nacelle et l'envelopper d'une atmosphère irrespirable; les aéronautes en furent l'un et l'autre à demi asphyxiés et se trouvèrent pris de vomissements abondants. En même temps le ballon commença à descendre à toute vitesse. En revenant à eux, ils aperçurent dans l'enveloppe du ballon, une déchirure de plus d'un mètre et demi provenant du coup de couteau et par laquelle le gaz s'échappant à grands flots, provoquait leur chute

précipitée. La rapidité de cette descente leur sauva la vie, car elle les débarrassa du gaz irrespirable qui se dégageait au-dessus de leur tête.

Dans cette situation, MM. Barral et Bixio ne durent plus songer qu'à préserver leur existence. Il fallait pour cela amortir, en arrivant à terre, l'accélération de la chute. M. Barral montra, dans cette manœuvre, toute l'habileté et tout le sang-froid d'un aéronaute consommé. Il rassemble son lest et tous les objets autres que les instruments qui chargent la nacelle, il mesure du regard la distance qui les sépare de la terre et qui diminue avec une rapidité effrayante; dès qu'il se croit assez rapproché du sol, il jette la cargaison par-dessus le bord : neuf sacs de sable, les couvertures de laine, les bottes fourrées, tout, excepté les précieux instruments qu'il tient à honneur de rapporter intacts. La manœuvre réussit aussi bien que possible; le ballon tomba sans trop de violence au milieu d'une vigne du territoire de Lagny, dans le département de Seine-et-Marne. M. Bixio sortit sain et sauf, M. Barral en fut quitte pour une égratignure et une contusion au visage. Cette périlleuse expédition n'avait duré que 47 minutes et la descente s'était effectuée en 7 minutes.

Un voyage exécuté dans des conditions pareilles ne pouvait rapporter à la science un bien riche contingent. Cependant les deux physiciens reconnurent que la lumière des nuages n'est pas polarisée, ainsi que l'avait présumé M. Arago. Ils constatèrent que la décroissance de température avait été, d'après leurs observations, à peu près semblable à celle que M. Gay-Lussac avait notée dans

son ascension. Enfin on a déduit de leurs mesures barométriques comparées à celles faites à l'Observatoire, que, dans la région où le ballon se déchira, les deux voyageurs étaient déjà parvenus à la hauteur de cinq mille neuf cents mètres. Un calcul semblable a montré que la surface supérieure du nuage qu'ils avaient traversé était de quatre mille deux cents mètres.

Le mauvais résultat de cette première tentative ne découragea pas les deux intrépides explorateurs. Un mois après ils exécutaient une nouvelle ascension. Seulement, on sera peut-être surpris d'apprendre qu'en dépit des mauvais services que leur avait rendus la vicieuse machine de M. Dupuis-Delcourt, ils osèrent se confier encore à la même nacelle, suspendue au même ballon. Il était facile de prévoir que les accidents qui les avaient assaillis la première fois se reproduiraient encore, et l'événement n'a que trop justifié ces craintes..

M. Léon Foucault a donné dans le *Journal des Débats* une relation complète de ce voyage. Il ne sera pas sans intérêt de la rapporter.

« Dès jeudi dernier, dit M. Léon Foucault, le programme était dressé : les nouveaux instruments, construits sous les yeux de M. Regnault, étaient terminés, et l'on avait fait au maudit ballon les réparations et les modifications dictées par une première expérience. Comme MM. Bixio et Barral espéraient prolonger assez longtemps leur séjour dans l'atmosphère, ils se proposaient de reprendre les éléments de la loi du refroidissement du milieu ambiant, d'examiner l'influence du rayonnement solaire, de déterminer l'état hygrométrique de l'air, et d'en récolter à une grande hauteur pour en faire l'analyse au retour ; ils espéraient même déterminer sur place la proportion de l'acide carbonique. La physique météorologique comptait encore sur

eux pour la recherche des modifications que la lumière éprouve de la part des nuages formés de vapeurs vasculaires ou chargés de particules glacées.

» Dans la nacelle richement appareillée, on voyait, disposés avec ordre, deux baromètres à siphon, gradués sur verre ; trois thermomètres dont les réservoirs présentaient des états de surfaces différents. L'un rayonnait par sa surface naturelle de verre ; le second était recouvert de noir de fumée, et le troisième était protégé par une enveloppe d'argent poli, tous trois destinés à être impressionnés directement par le rayonnement solaire. Un quatrième thermomètre, entouré de plusieurs enveloppes concentriques et espacées, était destiné à donner la température à l'ombre. Deux autres thermomètres, dont l'un avait sa boule entourée d'un linge mouillé, fonctionnaient ensemble à la manière du pychromètre, dont les indications devaient être contrôlées par celles de l'hygromètre condenseur de M. Regnault. Il y avait place encore pour des ballons vides, des tubes à potasse caustique et à fragments de pierre ponce imbibés d'acide sulfurique, destinés à s'emparer de l'acide carbonique de l'air injecté par des corps de pompe d'une capacité connue. Le thermomètre *à minimâ* de M. Walferdin, qui fonctionne tout seul, et un nouveau baromètre de M. Regnault, agissant d'après le même principe, étaient enfermés dans des boîtes métalliques à jour, et protégés par un cachet qu'on ne voulait briser qu'au retour. La plupart de ces instruments portaient des échelles arbitraires, afin de laisser les observateurs à l'abri de toute préoccupation qui aurait pu réagir involontairement sur les résultats. On n'avait pas oublié le lorgnon magique qu'on appelle le *polariscope* de M. Arago.

» On s'imagine sans peine de quelle impatience étaient possédés les voyageurs à la vue de tous ces précieux engins commodément suspendus au pourtour d'un cercle. Aussi quand ils virent, le vendredi matin 26 juillet, le soleil levant éclairer un ciel sans nuages, les ordres furent bientôt donnés d'enfler l'aérostat. Cette opération est toujours assez lente; il faut dégager le gaz hydrogène par la réaction d'un acide sur le fer, le laver et le refroidir. Commencée à six heures du matin, elle n'a été terminée qu'à une heure, et déjà la chance avait tourné; le ciel s'était voilé, le vent s'élevait, les nues recélaient des torrents

de pluie qui n'ont pas tardé à tomber d'une manière continue jusqu'à trois heures. On hésite, on se consulte, on se dit qu'après tout une atmosphère agitée est au moins aussi curieuse à explorer que l'azur d'un ciel tranquille, et sur le coup de quatre heures on s'élance à la grâce de Dieu sur les ailes d'un vent d'ouest qui fut encore assez clément.

» Ceux qui seront curieux de connaître de point en point l'histoire de cette traversée qui n'a duré qu'une heure et demie, seront à même de consulter le journal des deux voyageurs. Leurs observations sont déjà traduites et calculées par M. Regnault et par M. Mathieu. Pour nous, l'intérêt commence au moment où l'aérostat disparaît dans les nuages à une hauteur de 2,000 mètres. A 3,750 mètres déjà, le thermomètre est à zéro, mais on veut monter très haut et l'on a hâte de sortir des brouillards : alors on lâche du lest avec confiance, comptant que le ballon, pourvu cette fois à sa partie inférieure d'un appendice ouvert, est assuré contre la rupture. Malgré cette précaution, à la hauteur de 5,500 mètres, l'étoffe se déchire à la partie inférieure et livre au gaz une issue permanente. Vous croyez sans doute qu'à la vue de cet accident, MM. Barral et Bixio vont songer à la retraite? pas du tout. Ils comprennent que leur séjour dans les airs ne sera pas de longue durée, et pour en profiter le mieux possible, ils abandonnent peu à peu, et à quelques kilogrammes près, tout leur lest. Cette manœuvre les porte jusqu'à 7,004 mètres et leur dévoile des phénomènes tellement inattendus, que, sans avoir rempli leur programme, ils passeront pour avoir fait une bonne journée.

» Et d'abord, qui se serait imaginé que vendredi dernier flottait au-dessus de Paris une couche nuageuse d'au moins 5,000 mètres d'épaisseur? Qui eût cru à cette interposition entre le soleil et nous d'une brume haute de plus d'une lieue un quart? C'est pourtant ce qui résulte en toute évidence du séjour prolongé de MM. Barral et Bixio dans un nuage où ils ont pénétré à 2,000 mètres de hauteur, et qu'ils n'ont pas pu dominer à la hauteur de 7,000 mètres. A peine au moment de leur plus grande élévation ont-ils commencé à voir le soleil en un disque pâle et mat comme on l'aperçoit quelquefois en hiver, dépourvu de ses rayons et incapable de porter ombre.

» Ils étaient alors près de la limite supérieure du nuage; et

dans une région où la chaleur faisait défaut, au point que le thermomètre a dû marquer 39 degrés au-dessous de zéro. On s'attendait si peu à cet abaissement de température, que les instruments étaient impropres à l'accuser, leur graduation n'étant pas prolongée assez bas; presque toutes les colonnes étaient centrées dans les cuvettes, et par deux degrés de moins encore le mercure se congelait en brisant tous les tubes. Il importe de faire remarquer que ce froid s'est fait sentir très brusquement et que c'est à partir seulement des 600 derniers mètres que la loi de température s'est troublée brusquement pour plonger les observateurs dans les frimas que très probablement le nuage transportait avec lui. Il est certain du moins qu'un froid rigoureux n'est pas essentiel à cette latitude, car Gay-Lussac, en s'élevant à 7,016 mètres, n'a rencontré que 9 degrés et demi au-dessous de zéro. La discordance s'élève à 30 degrés, et montre qu'en effet il y avait intérêt à plonger dans cette brume épaisse de 5,000 mètres, dans ce vaste théâtre où se passent des phénomènes totalement inconnus.

» Par ce froid assez difficile à expliquer, le nuage prend une constitution que l'on soupçonnait déjà en bas, mais que jamais on n'avait si bien vue; il se charge d'une multitude de petites aiguilles de glace aux arêtes vives et aux facettes polies, dans lesquelles la lumière solaire produit, en se jouant, ces météores dont M. Bravais, dans un ouvrage spécial, a donné l'explication rationnelle et complète, en leur supposant la forme d'un prisme à six pans terminé par deux bases planes et perpendiculaires à l'axe. Plusieurs de ces météores exigent pour se produire que les aiguilles se placent verticalement, ce qui n'est pas invraisemblable, puisque c'est la position dans laquelle l'air oppose à leur chute la moindre résistance. Non seulement ces aiguilles se sont montrées dans une telle abondance qu'elles tombaient comme un sable fin, et se déposaient sur le calepin aux observations; mais au moment où le soleil commençait à poindre, elles en ont donné une image qui semblait située autant au-dessous d'un plan passant par la nacelle que le soleil véritable s'élevait au-dessus de ce même plan. Ce spectacle est exclusivement réservé aux navigateurs que le hasard placera dans les conditions où se trouvaient alors MM. Bixio et Barral, c'est-à-dire dans un nuage d'aiguilles verticales réfléchissant par leur face supérieure et

horizontale les rayons du soleil dans une direction commune. On demandera peut-être comment dans une couche atmosphérique où la température baissait si rapidement avec la hauteur, que certainement la densité devait augmenter dans le même sens; on demandera comment, dans un pareil milieu, l'équilibre était possible, et comment il y pouvait régner ce calme nécessaire à la chute uniforme et à l'orientation commune des particules de glace. Ce sont là des difficultés assez embarrassantes, mais qui ne sauraient contrevenir aux faits observés. Ce faux soleil inférieur n'est, du reste, que le pendant d'un météore déjà signalé, et qui consiste en une colonne verticale qui apparaît souvent au ciel dans les hautes latitudes, au moment du coucher du soleil et peu de temps après, lorsque ses derniers rayons, se relevant vers un nuage glacé, sont réfléchis en une traînée blanchâtre sur la face inférieure des mêmes aiguilles, affectant pareillement la position verticale. Ces messieurs ont dû regretter de n'avoir pas emporté un microscope ou simplement une forte loupe, pour examiner ces petits cristaux et pour vérifier si leur forme est bien celle qu'on leur suppose.

» Les effets physiologiques n'ont rien présenté d'extraordinaire qu'une sensation très vive de froid. On pense bien que par 39 degrés au-dessous de zéro les voyageurs n'étaient pas fort à l'aise, assis dans une nacelle où ils ne s'étaient pas prémunis contre un abaissement si considérable de la température; leurs doigts engourdis ont fini par les fort mal servir, à tel point qu'un des thermomètres à rayonnement se brisa entre leurs mains. Au même moment ils perdirent, en voulant l'ouvrir, un des ballons vides qu'ils avaient emportés dans l'intention d'y recueillir de l'air. Du reste il n'y eut ni hémorrhagie, ni douleur d'oreilles, ni gêne de la respiration; en sorte qu'on ne sait pas encore quel est le genre d'obstacle qui viendra limiter les plus hautes ascensions. Sera-ce l'intensité du froid, ou le manque de pression? Sera-ce l'aérostat qui cessera de monter, ou l'homme qui refusera de le suivre? On l'ignore encore. Sans la déchirure qui vint paralyser inopinément la force ascensionnelle de l'aérostat, la dernière ascension serait sans doute de beaucoup la plus haute qui eût été faite; mais, bon gré, mal gré, il fallut descendre, non pas avec cette vitesse qui rappelle une véritable chute, mais enfin l'abordage ne fut pas volontaire,

En touchant terre au hameau de Peux, arrondissement de Coulommiers (Seine-et-Marne), MM. Bixio et Barral avaient complétement épuisé leur lest, et même ils avaient jeté comme tel tout ce qui, hors les instruments, leur avait paru capable de soulager la nacelle. Partis à quatre heures, ils arrivèrent à cinq heures trente minutes, après avoir parcouru une distance de 69 kilomètres. La manœuvre délicate du débarquement s'est effectuée sans entrave et sans avarie. Il ne restait plus qu'à gagner le chemin de fer et à saisir au passage le train venant de Strasbourg. Un accident aussi contrariant que vulgaire vint encore signaler cette partie du voyage, qu'il fallut faire en charrette : le chemin était mauvais, le cheval s'abattit, et le choc entraîna la perte de deux instruments, d'un baromètre et du seul ballon qui restât rempli d'air pour être soumis à l'analyse. »

Nous n'ajouterons qu'une réflexion à ce récit. La température de 39 degrés au-dessous de la glace observée par MM. Barral et Bixio à sept mille mètres seulement d'élévation, est un fait complétement en dehors de toutes les lois de la chaleur. La graduation adoptée pour les instruments, l'influence des circonstances atmosphériques ambiantes, les conditions défavorables dans lesquelles les observateurs se trouvaient placés, toutes ces causes isolées ou réunies, n'ont-elles pu devenir l'origine de quelque erreur d'observation? Si le relevé thermométrique est exact, la loi de la décroissance de la température de l'air présenterait une anomalie des plus inattendues. Tant qu'une autre observation prise dans des circonstances semblables n'aura pas confirmé le résultat extraordinaire signalé par les deux savants expérimentateurs, il sera permis de conserver des doutes sur la réalité du fait annoncé.

CHAPITRE VII.

L'aérostation dans les fêtes publiques. — Le ballon du couronnement. — Nécrologie de l'aérostation. — Mort de madame Blanchard. — Zambeccari. — Harris, — Sadler. — Olivari. — Mosment. — Bittorf. — Le lieutenant Gale.

Dans son application aux sciences, l'aérostation n'a encore donné, on le voit, que des résultats d'une assez faible valeur. Elle est néanmoins appelée à entrer prochainement et avec un succès plus complet dans cette voie utile, mais avant d'indiquer les questions qu'elle aura alors à résoudre, nous devons suivre son histoire dans une dernière phase où son programme et ses prétentions se sont de nouveau modifiés. Désormais elle se préoccupe d'étonner plutôt que d'instruire, et lorsqu'elle vise par moments à des succès moins vulgaires, c'est sur le côté chimérique de la découverte de Montgolfier, sur le problème de la direction des ballons, qu'elle concentre ses efforts. Le règne des aéronautes de profession succède en même temps à celui des courageux explorateurs, émules de Pilâtre et de Montgolfier. Le métier remplace la science; il a, comme elle, ses célébrités, et c'est ici qu'il faut citer les noms de Mme Blanchard, de Jacques Garnerin, d'Élisa Garnerin sa nièce, de Robertson, de Margat, de Charles Green et George Green, son fils. Cette carrière semée de périls avait tout au moins l'avantage d'être lucrative; Robertson est mort millionnaire, Jacques Garnerin laissa une fortune considérable et Blanchard avait recueilli des

sommes immenses dans ses pérégrinations à travers les deux mondes.

Les différentes ascensions exécutées par ces aéronautes ont donné occasion d'observer plusieurs faits qu'il serait intéressant de rapporter si l'on ne craignait d'étendre le cadre déjà trop long de cette Notice. Nous nous bornerons donc à signaler ceux de ces événements qui ont marqué l'empreinte la plus vive dans les souvenirs du public. A ce titre il faut parler d'abord de l'ascension du ballon lancé à Paris à l'époque du couronnement de l'Empereur.

Sous le directoire et sous le consulat, les grandes fêtes publiques qui se donnaient à Paris étaient presque toujours terminées par quelque ascension aérostatique. Le soin de l'exécution de cette partie du programme était confié par le gouvernement à Jacques Garnerin, qui s'en acquittait avec autant de talent que de zèle. L'ascension qui eut lieu à l'époque du couronnement de Napoléon est restée justement célèbre; le gouvernement mit trente mille francs à la disposition de Garnerin pour lancer, après les réjouissances de la journée, un aérostat de dimensions colossales.

Le 16 décembre 1804, à onze heures du soir, au moment où un superbe feu d'artifice venait de lancer dans les airs ses dernières fusées, le ballon construit par Garnerin s'éleva de la place Notre-Dame. Trois mille verres de couleur illuminaient ce globe immense qui était surmonté d'une couronne impériale richement dorée, et portait tracée en lettres d'or sur sa circonférence cette inscription : *Paris, 25 frimaire an XIII, couronnement de l'empereur Napoléon par sa sainteté Pie VII*. La colossale machine monta rapidement et

disparut bientôt, au bruit des applaudissements de la population parisienne.

Le lendemain à la pointe du jour, quelques habitants de Rome aperçurent un petit globe lumineux brillant dans le ciel au-dessus de la coupole de Saint-Pierre et du Vatican. D'abord très peu visible, il grandit rapidement et laissa apercevoir enfin un globe radieux planant majestueusement au-dessus de la ville éternelle. Il resta quelque temps stationnaire, puis il s'éloigna dans la direction du sud.

C'était le ballon lancé la veille du parvis Notre-Dame. Par le plus extraordinaire des hasards, le vent, qui soufflait cette nuit dans la direction de l'Italie, l'avait porté à Rome dans l'intervalle de quelques heures.

Le ballon continua sa route dans la campagne romaine. Cependant il s'abaissa bientôt, toucha le sol, remonta, retomba pour se relever une dernière fois, et vint s'abattre enfin dans les eaux du lac Bracciano. On s'empressa de retirer la machine à demi submergée des eaux du lac, et l'on put y lire cette inscription : *Paris, 25 frimaire an XIII, couronnement de l'empereur Napoléon par sa sainteté Pie VII.* Ainsi le messager céleste avait visité dans le même jour les deux capitales du monde ; il venait annoncer à Rome le couronnement de l'Empereur, au moment où le pape était à Paris, au moment où Napoléon s'apprêtait à poser sur sa tête la couronne de l'Italie.

Une autre circonstance vint ajouter encore au merveilleux de cet événement. Le ballon, en touchant la terre dans la campagne de Rome, s'était accroché aux restes d'un antique monument. Pendant quelques minutes, il parut devoir terminer là sa route ; mais le

vent l'ayant soulevé, il se dégagea et remonta, laissant seulement accrochée à l'un des angles du monument une partie de la couronne impériale.

Ce monument était le tombeau de Néron.

On devine sans peine que ce dernier fait donna lieu, en France et en Italie, à toute espèce de réflexions et de commentaires. On ne se fit pas scrupule d'établir des rapprochements et de faire des allusions sans fin à propos de cette couronne impériale qui était venue se briser sur le tombeau d'un tyran. Tous ces bruits vinrent aux oreilles de Napoléon, qui ne cacha pas son mécontentement et sa mauvaise humeur. Il demanda qu'il ne fût plus question devant lui de Garnerin ni de son ballon, et à dater de ce jour, Garnerin cessa d'être employé par le gouvernement.

Quant au ballon qui avait causé tant de rumeurs, il fut suspendu à Rome à la voûte du Vatican, où il demeura jusqu'en 1814. On composa une longue inscription latine qui rappelait tous les détails de son miraculeux voyage. Seulement l'inscription ne disait rien de l'épisode du tombeau.

Dans cette période d'exhibitions industrielles, l'aérostation a eu ses désastres aussi bien que ses triomphes, et nous ne pouvons nous dispenser de rappeler les faits principaux qui résument la nécrologie de cet art périlleux. L'événement, qui sous ce rapport a le plus vivement impressionné le public, est sans contredit la mort de madame Blanchard.

Madame Blanchard était la veuve du célèbre aéronaute de ce nom. Après avoir amassé, dans le cours de ses innombrables ascensions, une fortune considérable, Blanchard était mort dans la misère. Cet homme

qui avait recueilli des millions, disait à sa femme, peu de temps avant sa mort : « Tu n'auras après moi, ma chère amie, d'autre ressource que de te noyer ou de te pendre. » Mais sa veuve fut mieux avisée, elle rétablit sa fortune en embrassant la carrière de son mari. Elle fit un très grand nombre de voyages aériens et finit par acquérir une telle habitude de ces périlleux exercices, qu'il lui arrivait souvent de s'endormir pendant la nuit dans son étroite nacelle et d'attendre ainsi le lever du jour pour opérer sa descente. Dans l'ascension qu'elle exécuta à Turin en 1812, elle eut à subir un froid si excessif, que les glaçons s'attachaient à ses mains et à son visage. Ces accidents ne faisaient que redoubler son ardeur. En 1817, elle exécutait à Nantes sa cinquante-troisième ascension, lorsque ayant voulu descendre dans la plaine à quatre lieues de la ville, elle tomba au milieu d'un marais. Comme son ballon s'était accroché aux branches d'un arbre, elle y aurait péri si l'on ne fût venu la dégager. Cet accident était le présage de l'événement déplorable qui devait lui coûter la vie.

Le 6 juillet 1819, madame Blanchard s'éleva au milieu d'une fête donnée au Tivoli de la rue Saint-Lazare ; elle emportait avec elle un parachute muni d'une couronne de flammes de Bengale, afin de donner au public le spectacle d'un feu d'artifice descendant au milieu des airs. Elle tenait à la main une *lance à feu* pour allumer ses pièces. Un faux mouvement mit l'orifice du ballon en contact avec la lance à feu : le gaz hydrogène s'enflamma. Aussitôt une immense colonne de feu s'éleva au-dessus de la machine et glaça d'effroi les nombreux spectateurs réunis à

Tivoli et dans le quartier Montmartre. On vit alors distinctement madame Blanchard essayer d'éteindre l'incendie en comprimant l'orifice inférieur du ballon; puis, reconnaissant l'inutilité de ses efforts, elle s'assit dans la nacelle et attendit. Le gaz brûla pendant plusieurs minutes sans se communiquer à l'enveloppe du ballon; la rapidité de la descente était très modérée, et il n'est pas douteux que, si le vent l'eût dirigée vers la campagne, madame Blanchard serait arrivée à terre sans accident. Malheureusement il n'en fut pas ainsi : le ballon vint s'abattre sur Paris; il tomba sur le toit d'une maison de la rue de Provence. La nacelle glissa sur la pente du toit, du côté de la rue.

« A moi! » cria madame Blanchard.

Ce furent ses dernières paroles. En glissant sur le toit, la nacelle rencontra un crampon de fer; elle s'arrêta brusquement, et par suite de cette secousse, l'infortunée aéronaute fut précipitée hors de la nacelle et tomba, la tête la première, sur le pavé. On la releva le crâne fracassé; le ballon, entièrement vide, pendait avec son filet du haut du toit jusque dans la rue.

Un autre martyr de l'aérostation est le comte François Zambeccari, de Bologne, dont les ascensions furent marquées par les plus émouvantes péripéties.

Le comte Zambeccari s'était consacré de bonne heure à l'étude des sciences. A vingt-cinq ans il prit du service dans la marine royale d'Espagne. Mais il eut le malheur en 1787, pendant le cours d'une expédition contre les Turcs, d'être pris avec son bâtiment. Il fut envoyé au bagne de Constantinople et il languit

pendant trois ans dans cet asile du malheur. Au bout de ce temps il fut mis en liberté sur les réclamations de l'ambassade d'Espagne. Pendant les loisirs de sa captivité, Zambeccari avait étudié la théorie de l'aérostation ; de retour à Bologne il composa un petit ouvrage relatif à cette question et il soumit son livre à l'examen des savants de son pays. Ses travaux furent jugés dignes d'être appuyés par le gouvernement qui mit différentes sommes à sa disposition pour lui permettre de continuer ses recherches. Il paraît que Zambeccari se servait d'une lampe à esprit-de-vin dont il dirigeait à volonté la flamme ; il espérait à l'aide de ce moyen guider à son gré sa machine une fois qu'elle se trouverait tenue en équilibre dans l'atmosphère (1). Nous n'avons pas besoin de faire remarquer l'imprudence excessive que présentait un pareil système. Placer une lampe à esprit-de-vin allumée dans le voisinage du réservoir d'un gaz combustible, c'était provoquer volontairement les

(1) Le système employé par Zambeccari est décrit dans un rapport adressé à la *Société des sciences* de Bologne le 22 août 1804. Zambeccari se servait d'une lampe à esprit de vin circulaire, percée sur son pourtour de 24 trous garnis d'une mèche et surmontés d'une sorte d'éteignoirs ou d'écrans qui permettaient d'arrêter à volonté la combustion sur un des points de la lampe. Il est probable, quoique le rapport n'en dise rien, que le calorique ne se transmettait pas directement à l'air situé dans le voisinage du gaz, mais que l'on chauffait une enveloppe destinée à communiquer ensuite le calorique à l'air, et de là au gaz hydrogène. Dans ce rapport, signé de trois professeurs de physique de Bologne, Saladini, Canterzani et Avanzini, on s'attache à combattre les craintes qu'occasionnait l'existence d'un foyer auprès du gaz hydrogène ; on prétend que Zambeccari s'est dirigé à volonté au moyen de son appareil, et qu'il a pu décrire un cercle en planant au-dessus de la ville de Bologne. Des extraits de ce rapport sont rapportés au tome IV, page 314, des *Souvenirs d'un voyage en Livonie* de Kotzebue.

dangers dont Pilâtre des Rosiers avait été la victime.

L'événement ne manqua pas de justifier ces craintes. Pendant la première ascension que Zambeccari exécuta à Bologne, son aérostat vint heurter contre un arbre ; sa lampe à esprit-de-vin se brisa par le choc, l'esprit-de-vin se répandit sur ses vêtements et s'enflamma; Zambeccari se trouva couvert de feu, et c'est dans cette situation effrayante que les spectateurs le virent disparaître au delà des nuages. Il réussit néanmoins à arrêter les progrès de cet incendie, et redescendit mais couvert des plus cruelles blessures.

En dépit de cet accident, Zambeccari persista dans le projet de poursuivre ses expériences.

Toutes ses dispositions étant prises, l'ascension définitive dans laquelle il devait faire usage de son appareil, fut fixée aux premiers jours de septembre 1804. Il avait reçu du gouvernement une avance de huit mille écus de Milan. Des obstacles et des difficultés de tout genre vinrent contrarier les préparatifs de son voyage. Malgré le fâcheux état où se trouvait son ballon, endommagé et à moitié détruit par le mauvais temps, il se décida à partir. « Le 7 septembre, dit Zambeccari, le temps parut se lever un peu ; l'ignorance et le fanatisme me forcèrent d'effectuer mon ascension, quoique tous les principes que j'ai établis moi-même dussent me faire augurer un résultat peu favorable. Les préparatifs exigeaient au moins douze heures, et comme il me fut impossible de les commencer avant une heure après midi, la nuit survint lorsque j'étais à peine à moitié, et je me vis prêt d'être encore frustré des fruits que j'attendais de mon expérience. Je n'avais que cinq jeunes gens pour

m'aider ; huit autres que j'avais instruits et qui m'avaient promis leur assistance, s'étaient laissés séduire et m'avaient manqué de parole. Cela, joint au mauvais temps, fut cause que la force ascendante du ballon n'augmentait pas en proportion de la consommation des matières employées à le remplir. Alors mon âme s'obscurcit, je regardai mes huit mille écus comme perdus. Exténué de fatigue, n'ayant rien pris de toute la journée, le fiel sur les lèvres et le désespoir dans l'âme, je m'enlevai à minuit, sans autre espoir que la persuasion où j'étais que mon globe qui avait beaucoup souffert dans ces différents transports ne pourrait me porter bien loin (1). »

Zambeccari avait pris pour compagnons de voyage deux de ses compatriotes, Andréoli et Grassetti. Il se proposait de demeurer pendant quelques heures en équilibre dans l'atmosphère et de redescendre au lever du jour. Mais après avoir plané quelque temps, tout d'un coup ils se trouvèrent emportés vers les régions supérieures avec une rapidité inconcevable. Le froid excessif qui régnait à cette hauteur et l'épuisement où se trouvait Zambeccari qui n'avait pris aucune nourriture depuis vingt-quatre heures, lui occasionnèrent une défaillance ; il tomba dans la nacelle dans une sorte de sommeil semblable à la mort. Il en arriva autant à son compagnon Grassetti. Andréoli seul, qui au moment de partir avait eu la précaution de faire un bon repas et de se gorger de rhum, resta éveillé, bien qu'il souffrît considérablement du froid. Il reconnut, en examinant le baromètre,

(1) Kotzebue. *Souvenirs d'un voyage en Livonie*, t. IV, p. 294.

que l'aérostat commençait à descendre avec une assez grande rapidité; il essaya alors de réveiller ses deux compagnons, et réussit après de longs efforts à les remettre sur pied.

Il était deux heures du matin; ils avaient jeté comme inutile la lampe à esprit-de-vin destinée à diriger l'aérostat. Plongés dans une obscurité presque totale, ils ne pouvaient examiner le baromètre qu'à la faible lueur d'une lanterne; mais la bougie ne pouvait brûler dans un air aussi raréfié; sa lumière s'affaiblit peu à peu et elle finit par s'éteindre. Ils se trouvèrent alors dans une obscurité complète. Ils continuaient de descendre lentement à travers une couche épaisse de nuages blanchâtres. Lorsqu'ils furent sortis de ces nuages, Andréoli crut entendre dans le lointain le sourd mugissement des vagues. Ils prêtèrent l'oreille tous les trois et reconnurent avec terreur que c'était le bruit de la mer. En effet ils tombaient dans la mer Adriatique.

Il était indispensable d'avoir de la lumière pour examiner le baromètre et reconnaître quelle distance les séparait encore de l'élément terrible qui les menaçait. Ils réussirent avec infiniment de peine, à l'aide du briquet, à rallumer la lanterne. Il était trois heures, le bruit des vagues augmentait de minute en minute, et les aéronautes reconnurent bientôt qu'ils étaient à quelques mètres à peine au-dessus de la surface des flots. Zambeccari saisit aussitôt un gros sac de lest; mais au moment où il allait le jeter, la nacelle s'enfonça dans la mer et ils se trouvèrent tous dans l'eau. Saisis d'effroi ils jetèrent loin d'eux tout ce qui pouvait alléger la machine : toute la provision de lest,

leurs instruments, et une partie de leurs vêtements. Déchargé d'un poids considérable, l'aérostat se releva tout à coup ; il remonta avec une telle rapidité, il s'éleva à une si prodigieuse élévation, que Zambeccari, pris de vomissements subits, perdit connaissance ; Grassetti eut une hémorrhagie du nez, sa poitrine était oppressée et sa respiration presque impossible. Comme ils étaient trempés jusqu'aux os au moment où la machine les avait emportés, le froid les saisit rapidement et leur corps se trouva en un instant couvert d'une couche de glace. La lune leur apparaissait comme enveloppée d'un voile de sang. Pendant une demi-heure la machine flotta dans ces régions immenses et se trouva portée à une incommensurable hauteur. Au bout de ce temps, elle se mit à redescendre et ils retombèrent dans la mer.

Ils se trouvaient à peu près au milieu de la mer Adriatique, la nuit était obscure et les vagues fortement agitées. La nacelle était à demi enfoncée dans l'eau et ils avaient la moitié du corps plongée dans la mer. Quelquefois les vagues qui se succédaient les couvraient entièrement ; heureusement le ballon, encore à demi gonflé, les empêchait de s'enfoncer davantage. Mais l'aérostat flottant sur les eaux formait une sorte de voile où s'engouffrait le vent, et pendant plusieurs heures ils se trouvèrent ainsi traînés et ballottés à la surface des flots. Malgré l'obscurité de la nuit, ils crurent un moment apercevoir à une faible distance un petit bâtiment qui se dirigeait de leur côté ; mais bientôt le bâtiment s'éloigna à force de voiles et laissa les malheureux naufragés dans une angoisse épouvantable, mille fois plus cruelle que la mort.

Le jour se leva enfin, ils se trouvaient vis-à-vis de Pezzaro, à quatre milles environ de la côte. Ils se flattaient d'y aborder, lorsqu'un vent de terre, qui se leva tout d'un coup, les repoussa vers la pleine mer. Il était grand jour et ils ne voyaient autour d'eux que le ciel et l'eau, et une mort inévitable. Quelques bâtiments se montraient par intervalles; mais du plus loin qu'ils apercevaient cette machine flottante et qui brillait sur l'eau, les matelots saisis d'effroi s'empressaient de s'éloigner. Il ne restait aux malheureux naufragés d'autre espoir que d'aborder sur les côtes de la Dalmatie qu'ils entrevoyaient à une grande distance. Mais cet espoir était bien faible et ils auraient infailliblement péri, si un navigateur plus instruit sans doute que les précédents, reconnaissant la machine pour un ballon, n'eût envoyé en toute hâte sa chaloupe. Les matelots jetèrent un cable, les aéronautes l'attachèrent à la nacelle et ils furent de cette manière hissés à demi morts sur le bâtiment. Débarrassé de ce poids, le ballon fit effort pour se relever et pour remonter dans les airs; on essaya de le retenir; mais la chaloupe était fortement secouée, le danger devenait imminent et les matelots se hâtèrent de couper la corde. Aussitôt le globe remonta avec une rapidité incroyable et se perdit dans les nues.

Quand ils arrivèrent à bord du vaisseau, il était huit heures du matin; Grassetti donnait à peine quelques signes de vie, ses deux mains étaient mutilées. Zambeccari, épuisé par le froid, la faim et tant d'angoisses horribles, était aussi presque sans connaissance, et, comme Grassetti, il avait les mains mutilées. Le brave marin qui commandait le navire prodigua à ces mal-

heureux tous les soins que réclamait leur état. Il les conduisit au port de Ferrada d'où ils furent transportés ensuite dans la ville de Pola. Les blessures que Zambeccari avait reçues à la main avaient pris beaucoup de gravité, et un chirurgien dut lui pratiquer l'amputation de trois doigts.

Quelques mois après, Kotzebue eut occasion de voir à Bologne le comte Zambeccari qui, guéri de ses blessures, était revenu dans son pays. Dans ses *Souvenirs d'un voyage en Livonie*, Kotzebue raconte une visite qu'il fit à l'intrépide aéronaute et il ne cesse pas d'admirer son héroïsme et son courage. « C'est un homme, dit-il, dont la physionomie annonce bien ce qu'il a fait depuis longtemps. Ses regards sont des pensées. »

Après avoir couru de si terribles dangers, Zambeccari aurait dû être à jamais dégoûté de semblables entreprises. Il n'en fut rien, et, à peine remis, il recommença ses ascensions. Comme sa fortune ne lui permettait pas d'entreprendre les dépenses nécessaires à la construction de ses ballons et que ses compatriotes lui refusaient tout secours, il s'adressa au roi de Prusse qui lui procura les moyens de poursuivre ses projets. Il fit une dernière expérience à Bologne le 21 septembre 1812. Mais elle eut cette fois une issue funeste. Son ballon s'accrocha à un arbre, la lampe à esprit-de-vin y mit le feu et l'infortuné aéronaute tomba à demi-consumé avec les débris de sa machine.

La mort de Mme Blanchard et de Zambeccari ne sont pas les seuls faits qui aient attristé à notre époque l'histoire de l'aérostation. M. Dupuis-Delcourt a rapporté dans son *Manuel* quelques autres événements

de ce genre. Nous lui emprunterons le récit de ces faits.

« Harris, ancien officier de la marine anglaise, conserva toujours, dit M. Dupuis-Delcourt, cette ardeur de courage qui entraîne l'homme à combattre les éléments. Il avait fait avec M. Graham, aéronaute anglais, plusieurs ascensions qui lui donnèrent l'idée de construire lui-même un ballon, auquel il appliqua diverses prétendues améliorations, qui paraissent avoir été mal conçues. En mai 1824, M. Harris tenta à Londres une expérience qui eut beaucoup de succès en apparence, mais qui se termina malheureusement. Au plus haut de l'air, il paraît que l'aéronaute, voulant descendre, ouvrit sa soupape; elle était disproportionnée, et avait en outre un vice de construction qui l'empêcha de se fermer complétement. La déperdition du gaz se fit trop promptement et le ballon s'abaissa si rapidement que M. Harris perdit la vie du choc qui en résulta. Il n'était pas seul; une jeune dame qui l'accompagnait ne fut que légèrement blessée.

» Sadler, célèbre aéronaute anglais, qui avait déjà fait un grand nombre de voyages aériens, et qui, dans une de ses expéditions, avait franchi le canal de l'Irlande entre Dublin et Holyhead (où il est large de trente-six à quarante lieues), périt près de Bolton en Angleterre, d'une manière déplorable, le 29 septembre 1824. Privé de lest, par suite de son long séjour dans l'atmosphère, et forcé de descendre très tard sur des bâtiments élevés, la violence du vent le fit heurter contre une cheminée, d'où il fut précipité à terre, hors de la nacelle. La prudence et le savoir de l'aéronaute ne peuvent être révoqués en doute. M. Sadler avait fait ses preuves dans plus de soixante

expériences. Des circonstances fâcheuses bien difficiles à prévoir ont seules causé sa perte.

» Olivari périt à Orléans le 25 novembre 1802; il s'était enlevé dans une montgolfière en papier soutenu de quelques bandes de toile seulement. Sa nacelle en osier suspendue au-dessous du réchaud et lestée de matières combustibles destinées à entretenir le feu, devint, à une grande élévation, la proie des flammes. L'aéronaute, privé de ce seul soutien, tomba à une lieue de distance environ de son point de départ.

» Mosment fit à Lille, le 7 avril 1806, sa dernière expérience. Son ballon était en soie, gonflé par le gaz hydrogène. Cet aéronaute avait coutume de s'élever debout, les pieds sur un plateau très léger qui lui servait de nacelle. Dix minutes après son départ, il lança dans l'air un parachute avec un quadrupède. On suppose qu'alors les oscillations du ballon ainsi délesté furent la cause de la chute de l'aéronaute. Quelques personnes prétendirent à cette époque que M. Mosment avait annoncé d'avance l'événement, et que ce n'était de sa part qu'une imprudence calculée. Quoi qu'il en soit, le ballon continua seul sa route, et l'aéronaute fut retrouvé à moitié enseveli sous le sable, dans les fossés qui bordent la ville.

« Bittorf fit en Allemagne un grand nombre d'ascensions heureuses. Néanmoins il n'eut jamais d'autres machines que des montgolfières. A Manheim, le 17 juillet 1812, jour de sa mort, son ballon était en papier, de seize mètres de diamètre sur vingt de hauteur. Il s'enflamma dans l'air, et Bittorf fut précipité sur les dernières maisons de la ville. Sa chute fut mortelle. »

Nous ne voudrions pas cependant que le récit de ces événements regrettables fît porter un jugement exagéré sur les dangers qui se rattachent à l'aérostation. L'inexpérience, l'imprudence des aéronautes ont été les seules causes de ces malheurs qui ont été amenés surtout par l'usage des montgolfières dont l'emploi offre tant de difficultés et de périls. Mais si l'on réfléchit au nombre immense d'ascensions qui se sont effectuées depuis soixante ans, on n'aura pas de peine à admettre que la navigation par l'air n'offre guère plus de dangers que la navigation maritime. Selon M. Dupuis-Delcourt, on peut citer les noms de plus de quinze cents aéronautes, et parmi eux il en est plusieurs qui se sont élevés plus de cent fois dans l'atmosphère. A la fin de 1849, M. Green en était à sa 365e ascension, et l'on peut évaluer à dix mille le nombre total d'ascensions qui ont été effectuées jusqu'à ce jour. Sur ce nombre on n'en compte pas plus de douze dans lesquelles les aéronautes aient trouvé la mort. Ces chiffres peuvent rassurer sur les périls qui accompagnent les ascensions aérostatiques. Seulement il ne faut pas oublier que dans cet imprudent et inutile métier, le moindre oubli de certaines précautions peut entraîner les suites les plus déplorables. S'il fallait citer un exemple qui démontrât une fois de plus combien la circonspection et la prudence sont des qualités indispensables dans ces dangereux et frivoles exercices, il nous suffirait de rappeler la mort de l'aéronaute George Gale qui produisit, l'an dernier, à Bordeaux une sensation si pénible.

George Gale, lieutenant de la marine royale d'Angleterre, s'était depuis peu associé avec un de ses

compatriotes, M. Clifford, aéronaute qui possédait un ballon magnifique, et ils se livraient ensemble à la pratique de l'aérostation. Tout Paris a admiré son adresse et son courage dans ses ascensions équestres imitées de celles de M. Poitevin. C'est en faisant une ascension de ce genre qu'il a péri à Bordeaux le 9 septembre 1850.

George Gale avait l'habitude, au moment de partir pour ses voyages aériens, de s'exciter par un emploi exagéré de liqueurs alcooliques. La consommation avait été ce jour-là plus considérable que de coutume ; son exaltation était telle que M. Clifford en fut effrayé et manifesta à son compatriote le désir de monter à sa place. Mais Gale repoussa cette proposition et s'élança dans les airs. La traversée, qui dura près d'une heure, fut cependant très heureuse, et à 7 heures du soir l'aéronaute descendait sans accident dans la commune de Cestas. Quelques paysans accoururent, saisirent l'aérostat et dessanglèrent le cheval. Cependant le vent soufflait avec violence et le ballon délesté d'un poids considérable, faisait violemment effort pour se relever ; on avait beaucoup de peine à le contenir. Gale, resté dans la nacelle, indiquait aux paysans les manœuvres à exécuter ; par malheur il parlait anglais, et cette circonstance, jointe à son exaltation et à son impatience naturelles, empêchait les paysans de bien exécuter ses indications. Une manœuvre mal comprise fit lâcher le câble et tout aussitôt le ballon devenu libre s'élança en ligne presque verticale, emportant l'aéronaute qui dans ce moment, debout dans la nacelle, fut renversé du choc. On vit alors Gale la tête inclinée hors de la nacelle

et paraissant suffoqué. Nul ne peut dire ce qui se passa ensuite. Seulement à onze heures du soir, le ballon, encore à demi gonflé fut retrouvé au milieu d'une lande au delà de la Croix-d'Hinx. L'appareil n'était nullement endommagé et tous les agrès étaient à leur place. Mais l'aéronaute n'y était plus et toutes les recherches pour le retrouver furent inutiles.

Le lendemain, à la pointe du jour, un pâtre qui menait ses vaches à une demi-lieue de cet endroit, s'aperçut qu'un de ses animaux s'enfonçait dans un fourré de bruyères et y flairait avec bruit. Il s'approcha et vit un homme couché sur le dos. Le croyant endormi, il s'avança pour l'appeler, mais il fut saisi d'horreur à la vue du spectacle qui s'offrit à lui. Le cadavre de l'infortuné aéronaute était couché sur la face, les bras brisés et ployés sous la poitrine ; le ventre était enfoncé et les jambes fracturées en plusieurs endroits ; la tête n'avait plus rien d'humain, elle avait été à moitié dévorée par les bêtes fauves.

CHAPITRE VIII.

Direction des aérostats.

Plus de soixante ans se sont écoulés depuis l'époque brillante où l'invention des aérostats vint étonner l'Europe, et cependant on est comme attristé quand on considère le peu de résultats qu'elle a produits. Dans

cette période si admirablement remplie par le développement universel des sciences, lorsque tant de découvertes, obscures et modestes à leur origine, ont reçu des développements si rapides et sont devenues le point de départ de tant d'applications fécondes, l'art de la navigation aérienne, si riche de promesses à son début, est resté depuis un demi-siècle entièrement stationnaire. Cet enfant dont parlait Franklin a vieilli sans avoir fait un pas. Nous avons consigné plus haut les services que les globes aérostatiques ont rendus à la physique et à la météorologie; le champ, comme on l'a vu, en est singulièrement borné. Si l'on ajoute que les aérostats ont servi à lever, à l'aide de stations combinées, le plan de quelques villes et notamment celui de Paris par Lomet; que Conté avait imaginé un système de signaux télégraphiques exécutés par des ballons captifs et qui paraissait présenter quelques avantages, on aura à peu près épuisé la série des applications qu'ont reçues les globes aérostatiques. C'est qu'en effet toutes les applications qui peuvent être faites des aérostats sont dominées par une difficulté qui les tient sous la plus étroite dépendance. Peut-on diriger à volonté les ballons lancés dans les airs et créer ainsi une navigation atmosphérique capable de lutter avec la navigation maritime? Telle est la question qui commande évidemment toute la série des applications des aérostats, tel est aussi le point que nous devons examiner.

La possibilité de diriger à volonté les ballons lancés dans l'espace est une question qui a occupé et divisé un grand nombre de savants. Meunier, Monge, De Lalande, Guyton de Morveau, Bertholon et beaucoup d'autres

physiciens n'hésitaient pas à l'admettre. Les beaux travaux mathématiques que Meunier nous a laissés relativement aux conditions d'équilibre des aérostats et à la recherche des moyens propres à les diriger, montrent à quel point ces idées l'avaient séduit. On peut en dire autant de Monge qui a traité les problèmes mathématiques qui se rattachent à l'aérostation. Cependant on pourrait citer une très longue liste de géomètres qui ont combattu les opinions de Monge et de Meunier. Personne n'ignore, d'un autre côté, qu'une foule d'ingénieurs et d'aéronautes ont essayé diverses combinaisons mécaniques propres à diriger les aérostats; toutes tentatives n'ont eu aucune espèce de réussite, et la pratique a renversé les espérances que certaines idées théoriques avaient inspirées. Disons-le tout de suite, ces insuccès étaient faciles à prévoir et l'on se fût épargné bien des mécomptes si l'on eût étudié d'avance avec les soins nécessaires toutes les conditions du problème.

Les géomètres qui ont fait de nos jours une étude approfondie de cette question, sont arrivés à cette conclusion formelle : *Dans l'état actuel de nos connaissances et de nos ressources mécaniques, avec les seuls moteurs qui sont aujourd'hui à notre disposition, il est impossible de résoudre le problème de la direction des aérostats.* Essayons de justifier cette proposition qui a été formulée il y a plusieurs années de la manière la plus nette dans un savant rapport de M. Navier.

Pour diriger à volonté les ballons flottants dans les airs, on pourrait suivre deux voies différentes. Leur imprimer un mouvement horizontal, au moyen d'un moteur convenable, en luttant directement contre

l'action de l'air ; ou bien chercher dans l'atmosphère les courants les plus favorables à la direction que l'on veut suivre, et se maintenir dans la zône de ces courants.

Le premier de ces moyens serait impraticable, car la violence et l'impétuosité des vents opposeront toujours un obstacle insurmontable à la marche des ballons en ligne droite et horizontale. On peut espérer plus de succès du second moyen, bien qu'il ne constitue en définitive qu'une chance précaire. Il existe dans l'atmosphère, à différentes hauteurs, des courants de direction très variable et souvent même opposée; quelquefois au-dessus d'une région parfaitement calme, il règne un vent très sensible, et réciproquement l'atmosphère est parfois tranquille au-dessus d'une région très agitée. L'aéronaute peut donc espérer de trouver, en manœuvrant avec son ballon, un courant favorable à sa marche, et il peut ainsi arriver au point qu'il veut atteindre, en se maintenant à la hauteur où le vent a précisément la direction qu'il se propose de suivre.

Cependant, réduit même à ces termes plus simples, le problème de la direction des aérostats peut être encore regardé comme à peu près insoluble. En effet l'agitation de l'atmosphère est une règle qui souffre peu d'exceptions. Lorsque le temps nous semble le plus calme à la surface de la terre, les régions élevées de l'air sont souvent parcourues par des courants très forts, et lorsque le vent se fait sentir sur la terre, l'atmosphère est le théâtre d'une véritable tempête. Dans ce cas, aucune de nos machines ne serait capable de résister à l'impétuosité des vents. C'est ce qu'il est facile d'établir.

Le seul point d'appui offert au mécanicien, c'est l'air atmosphérique; c'est sur l'air qu'il doit réagir, et l'air si raréfié des régions supérieures. En raison de la faible résistance et de l'extrême raréfaction de cet air, il faudrait le frapper avec une vitesse excessive, pour produire un effet sensible de réaction. Mais, pour obtenir cette vitesse, il faudrait évidemment mettre en œuvre une grande somme de forces mécaniques. Or les rouages, les engrenages et les agents moteurs qu'il faudrait embarquer pour arriver à ce résultat, sont d'un poids trop considérable pour être utilement adaptés à un ballon, dont la légèreté est la première et la plus indispensable des conditions. Si, pour obvier à cet inconvénient capital, on veut augmenter, dans les proportions nécessaires, le volume du ballon, on tombe dans un défaut tout aussi grave. L'aérostat présente alors en surface un développement immense. Or en augmentant les dimensions du ballon, on offre à l'action de l'air une prise beaucoup plus considérable; c'est comme la voile d'un navire sur laquelle le vent agit avec une énergie d'autant plus grande que sa surface est plus étendue.

Il est donc manifeste qu'aucun des mécanismes que nous connaissons ne pourrait s'appliquer efficacement à la direction des aérostats. Ce peu de mots suffit à faire comprendre que tous ces innombrables systèmes de rames, de roues, d'hélices, de gouvernails, etc., qui ont été proposés ou essayés, ne pouvaient en aucune manière permettre d'arriver au but que l'on se proposait d'atteindre. Les machines à vapeur qui produisent un résultat mécanique si puissant, sont naturellement proscrites en raison de leur poids et de celui

du combustible. Quant aux autres mécanismes d'une puissance plus faible, un vent d'une force médiocre paralyserait toute leur action.

Le problème qui nous occupe présente une seconde difficulté, c'est de connaître à chaque instant et dans toutes les circonstances la véritable direction du mouvement imprimé au ballon. L'aiguille aimantée qui sert de guide dans la navigation maritime ne pourrait s'appliquer à la navigation aérienne. En effet, le pilote d'un navire ne se borne pas à consulter sur la boussole la direction de l'aimant; il a besoin de la comparer avec la ligne qui représente la marche du vaisseau; il consulte le sillage laissé sur les flots par le passage du navire, et c'est l'angle que font entre elles les deux lignes du sillage et de l'aiguille aimantée qui sert à reconnaître et à fixer sa marche. Mais l'aéronaute flottant dans les airs, ne laisse derrière lui aucune trace analogue au sillage des vaisseaux. Placé au-dessus d'un nuage, le navigateur aérien ne peut plus reconnaître la route de la machine aveugle qui l'emporte; perdu dans l'immensité de l'espace, il n'a aucun moyen de s'orienter. Cette difficulté, à laquelle on songe peu d'ordinaire, est cependant un des plus sérieux obstacles à l'exécution de la navigation aérienne; elle obligerait probablement les aéronautes, même en les supposant munis des appareils moteurs les plus parfaits, à se maintenir toujours en vue de la terre.

On peut donc conclure de ce qui précède que, *dans l'état actuel de nos ressources mécaniques*, la direction des aérostats doit être regardée comme un problème d'une solution impossible.

Il n'en serait pas de même si les arts mécaniques, par des perfectionnements que l'avenir nous tient sans doute en réserve, parvenaient à créer un moteur particulier qui n'exigeât, pour être mis en action, que des pièces d'une grande légèreté. A ce point de vue, et ce grand progrès accompli, on peut annoncer hardiment que la direction des aérostats n'a plus rien d'irréalisable. Il serait donc imprudent de condamner aujourd'hui par un arrêt formel cette magnifique espérance. Il est sans doute réservé aux générations prochaines de voir s'accomplir la découverte de la navigation atmosphérique; un jour viendra apportant avec lui cette création tant désirée. Mais, dans tous les cas, ce n'est point dans les stériles efforts des aéronautes empiriques que l'on trouvera jamais les moyens de l'accomplir. C'est la mécanique seule, c'est cette science tant décriée, tant attaquée à cette occasion, qui nous fournira dans l'avenir les ressources suffisantes pour réaliser ce progrès immense, qui doit doter l'humanité de facultés nouvelles, et ouvrir à son ambition et à ses désirs une carrière dont nous laissons à l'imagination de nos lecteurs le soin de mesurer l'étendue.

Il semblerait superflu, après la discussion à laquelle nous venons de nous livrer, de passer en revue les idées émises à diverses époques pour réaliser la direction des aérostats. Il ne sera pas inutile cependant de mentionner rapidement ces différents essais. Le secours qu'ils ont apporté à l'avancement de la question est des plus minimes sans aucun doute, cependant il n'est pas indifférent de les connaître, ne fût-ce que pour montrer que les conceptions les plus raisonnables

et les mieux fondées en apparence, soumises à la sanction de la pratique, ont trahi toutes les espérances.

Presque au début de l'aérostation, Monge traita le premier la question qui nous occupe. Il proposa un système de vingt-cinq petits ballons sphériques, attachés l'un à l'autre comme les grains d'un collier, formant un assemblage flexible dans tous les sens et susceptible de se développer en ligne droite, de se courber en arc dans toute sa longueur ou seulement dans une partie de sa longueur, et de prendre, avec ces formes rectilignes ou ces courbures, la situation horizontale ou différents degrés d'inclinaison. Chaque ballon devait être muni de sa nacelle et dirigé par un ou deux aéronautes. En montant ou en descendant, suivant l'ordre transmis au moyen de signaux par le commandant de l'équipage, ces globes auraient imité dans l'air le mouvement du serpent dans l'eau. Ce projet étrange n'a pas été mis à exécution.

Meunier a traité beaucoup plus sérieusement le problème de la direction des aérostats. Le travail mathématique qu'il a exécuté sur cette question en 1785 est encore aujourd'hui ce que l'étude des difficultés de la navigation aérienne a produit de plus complet et de plus raisonnable. Meunier voulait employer un seul ballon de forme sphérique et d'une dimension médiocre. Ce ballon se trouvait muni d'une seconde enveloppe destinée à contenir de l'air comprimé. A cet effet, un tube faisait communiquer cette enveloppe avec une pompe foulante placée dans la nacelle; en faisant agir cette pompe, on introduisait entre les deux enveloppes une certaine quantité d'air

atmosphérique dont l'accumulation augmentait le poids du système et donnait ainsi le moyen de redescendre à volonté. Pour remonter, il suffisait de donner issue à l'air comprimé; le poids du ballon s'allégeait, et le ballon regagnait les couches supérieures. Ni lest ni soupape n'étaient donc nécessaires, ou plutôt les navigateurs avaient toujours le lest sous la main, puisque l'air atmosphérique en tenait lieu. Quant aux moyens de mouvement, Meunier comptait surtout sur les courants atmosphériques : en se plaçant dans leur direction, on devait obtenir une vitesse considérable. Mais pour chercher ces courants et pour s'y rendre, il faut un moteur et un moyen de direction. Meunier avait calculé que le moteur le plus avantageux c'étaient les bras de l'équipage. Quant au mécanisme, il employait les ailes d'un moulin à vent qu'il multipliait autour de l'axe, afin de pouvoir les raccourcir sans en diminuer la superficie totale; il leur donnait une inclinaison telle, qu'en frappant l'air, ces ailes transmettaient à l'axe une impulsion dans le sens de sa longueur, impulsion qui devait être la cause du mouvement de translation imprimé au ballon. L'équipage était employé à faire tourner rapidement l'axe et les ailes de ce moulin à vent. Meunier avait calculé qu'en employant toutes les forces des passagers, il ne pourrait communiquer au ballon tout au plus que la vitesse d'une lieue par heure. Cette vitesse suffisait cependant au but qu'il se proposait, c'est-à-dire pour trouver le courant d'air favorable auquel il devait ensuite abandonner sa machine.

Voilà en quelques mots les principes sur lesquels

le savant géomètre croyait devoir fonder la pratique de la navigation aérienne. Son projet de lester les ballons avec l'air comprimé mériterait d'être soumis à l'expérience; mais on voit que la navigation aérienne, exécutée dans ces conditions, ne répondrait que bien imparfaitement aux espérances élevées qu'on en a conçues.

C'est à l'oubli des principes posés par Meunier qu'il faut attribuer la direction vicieuse qu'ont prise après lui les recherches concernant la marche des ballons. En s'écartant de ces sages et prudentes prémisses, en voulant lutter directement contre les courants atmosphériques, en essayant de construire avec nos moteurs habituels, divers systèmes mécaniques destinés à lutter contre la résistance de l'air, on n'a abouti, comme il était facile de le prévoir, qu'aux échecs les plus déplorables.

C'est ce qui arriva en 1801 à un certain Calais, qui fit au jardin Marbeuf une expérience aussi ridicule que malheureuse sur la direction des ballons.

En 1812, un honnête horloger de Vienne, nommé Jacob Degen, échoua tout aussi tristement à Paris. Il réglait la marche du temps, il crut pouvoir asservir l'espace. Il se mit donc à imaginer divers ressorts, qui, appliqués aux ailes d'un ballon, devaient triompher de la résistance de l'air. Le système qu'il employait était une sorte de combinaison du cerf-volant avec l'aérostat. Un plan incliné, qui se porterait à droite ou à gauche au moyen d'un gouvernail, devait offrir à l'air une résistance et à l'aéronaute un centre d'action. L'expérience tentée au Champ de Mars trompa complètement l'espoir de l'horloger viennois; le pauvre aéronaute

fut battu par la populace, qui mit en pièces sa machine.

En 1816, Pauly, de Genève, l'inventeur du fusil à piston, voulut établir à Londres des transports aériens. Il construisit un ballon colossal en forme de baleine, mais il n'obtint aucune espèce de succès.

Le baron Scott avait également proposé, vers la même époque, un immense aérostat représentant une sorte de poisson aérien muni de sa vessie natatoire articulée et mobile, et qui devait rappeler par sa marche dans l'air la progression du poisson dans l'eau. Ce plan resta à l'état de projet.

C'est encore parmi les projets qu'il faut ranger la machine proposée en 1825 par M. Edmond Genet, frère de Mme Campan, établi aux États-Unis, qui a publié à New-York un mémoire sur *les forces ascendantes des fluides*, et a pris un brevet du gouvernement américain pour un *aérostat dirigeable*. La machine décrite par M. Genet est d'une forme ovoïde et allongée dans le sens horizontal ; elle présente une longueur de cent cinquante pieds (anglais) sur quarante-six de large et cinquante-quatre de hauteur. Le moyen mécanique dont l'auteur voulait faire usage était un manége mû par des chevaux ; il embarquait dans l'appareil les matières nécessaires à la production du gaz hydrogène.

Nous pouvons encore citer ici le projet d'une machine aérienne dirigeable qui a été conçu par MM. Dupuis-Delcourt et Régnier, et que l'on a pu voir exposée à Paris au commencement de cette année. C'est un aérostat de forme ellipsoïde, soutenant un plancher ou nacelle, sur laquelle fonctionne un arbre de couche engrenant sur une manivelle. Cet

arbre qui s'étend depuis le milieu de la nacelle jusqu'à son extrémité, est muni d'une hélice destinée à faire avancer l'appareil horizontalement. A l'arrière de la nacelle se trouve un gouvernail. Pour obtenir l'ascension ou la descente, entre l'aérostat et la nacelle, fonctionne un châssis recouvert d'une toile résistante et bien tendue. Si l'aéronaute veut s'élever, il baisse l'arrière de ce châssis, et la colonne d'air, glissant en dessous, fait monter la machine. S'il veut descendre, il abaisse le châssis par-devant, l'air qui glisse en dessus oblige l'appareil à descendre. Cette disposition est loin cependant de présenter la solution pratique du problème. Dans un air parfaitement calme, on pourra peut-être faire obéir l'aérostat; mais dans une atmosphère un peu agitée il n'en sera pas ainsi. Qu'il vienne une bourrasque d'en haut, et en raison de la grande surface que présente le châssis, la machine sera précipitée à terre; qu'elle vienne d'en bas, et elle subira une ascension forcée qui peut devenir dangereuse. En outre, tous les effets de direction ne résultant que de la progression continue opérée par l'hélice, lorsque la progression cessera, le châssis et le gouvernail seront sans puissance, et l'appareil, tombant sous l'empire du courant atmosphérique, se retrouvera dans les conditions de la simple aérostation.

Les divers projets qui viennent d'être énumérés n'ont pas été mis à exécution; mais, par la triste déconvenue qu'éprouva, le 17 août 1834, M. de Lennox avec son fameux navire aérien l'*Aigle*, on peut juger du sort qui les attendait, si on eût voulu les transporter dans la pratique. La superbe machine de M. Lennox avait, selon le programme officiel, cinquante

mètres de longueur sur quinze de hauteur. L'aérostat portait une nacelle de vingt mètres de long qui devait enlever dix-sept personnes ; il était muni d'un gouvernail, de rames tournantes, etc. « Le ballon est construit, disait le programme, au moyen d'une toile préparée de manière à contenir le gaz pendant près de quinze jours. » Hélas ! on eut toutes les peines du monde à faire parvenir jusqu'au Champ de Mars la malheureuse machine, qui pouvait à peine se soutenir. Elle ne put s'élever en l'air, et la multitude la mit en pièces.

Un autre essai exécuté à Paris par M. Eubriot, au mois d'octobre 1839, ne réussit pas mieux. Ce mécanicien avait construit un aérostat de forme allongée et offrant à peu près la figure d'un œuf. Il présentait cet œuf par le gros bout. Cette disposition, que l'on regardait comme un progrès, n'avait au contraire rien que de vicieux. En effet, une fois la colonne d'air entamée par le gros bout, le reste, disait-on, devait suivre sans encombre. C'était rappeler la fable du dragon à plusieurs têtes et du dragon à plusieurs queues : il fallait pouvoir faire progresser ce gros bout. Or ce résultat ne pouvait être obtenu par les faibles moyens mécaniques auxquels on avait recours et qui se bornaient à deux moulinets à quatre ventaux chacun.

Le problème de la direction des aérostats a été tout récemment remis à l'ordre du jour. A la suite de la faveur nouvelle et assez inattendue que le caprice de la mode est venu rendre aux ascensions et aux expériences aérostatiques, un inventeur, que n'a point découragé l'insuccès de ses nombreux devanciers, a tracé, au mois de juin 1850, le plan d'une sorte de *vaisseau aérien*. Comme ce prétendu système de loco-

motion aérienne a fait beaucoup de bruit à Paris et dans le reste de la France, nous rappellerons ses dispositions principales.

M. Petin propose de réunir en un système unique quatre aérostats à gaz hydrogène, reliés par leur base à une charpente de bois, qui forme comme le pont de ce nouveau vaisseau. Sur ce pont s'élèvent, soutenus par des poteaux, deux vastes châssis garnis de toiles disposées horizontalement. Quand la machine s'élève ou s'abaisse, ces toiles présentent une large surface qui donne prise à l'air, et elles se trouvent soulevées ou déprimées uniformément par la résistance de ce fluide; mais, si l'on vient à en replier une partie, la résistance devient inégale, et l'air passe librement à travers les châssis ouverts; il continue cependant d'exercer son action sur les châssis encore munis de leurs toiles, et de là résulte une rupture d'équilibre qui fait incliner le vaisseau et le fait monter ou descendre à volonté en sens oblique le long d'un plan incliné. Le projet de M. Petin est, comme on le voit, une sorte de réminiscence de l'appareil de Jacob Degen. Il n'est pas impossible que cette disposition permette d'imprimer à la machine, par une série de secousses ou de sauts, une sorte de marche oblique dans un sens déterminé, mais ces mouvements, provoqués par la résistance de l'air, ne peuvent évidemment s'exécuter que pendant l'ascension ou la descente : ils sont impossibles quand le ballon est en équilibre ou en repos. Pour provoquer ces effets, il est indispensable d'élever ou de faire descendre le ballon, en jetant du lest ou en perdant du gaz; on n'atteint donc le but désiré qu'en usant peu à

peu la cause de son mouvement. Il y a là un vice essentiel qui frappe au premier aperçu. Là n'est pas encore toutefois le défaut radical de ce système : ce défaut, auquel nous ne savons point de remède, c'est l'absence de tout véritable moteur. Le jeu de bascule que donne l'emploi des châssis pourra bien peut-être imprimer dans un temps calme un mouvement à l'appareil ; mais pour surmonter la résistance des vents et des courants atmosphériques, il faut évidemment faire intervenir une puissance mécanique. Cet agent fondamental, c'est à peine si M. Petin y a songé, ou du moins les moyens qu'il propose sont tout à fait puérils. L'hélice est en définitive le moteur adopté par M. Petin. Or les hélices ont été essayées bien des fois pour les usages de la navigation aérienne, et toujours sans le moindre succès. Quant à faire fonctionner ces hélices par le moyen des petites turbines qui figurent sur le dessin de l'appareil, cette idée n'est pas discutable. Outre que leurs faibles dimensions sont tout à fait hors de proportion avec le volume énorme de la machine, il nous semble douteux que les roues de ces turbines atmosphériques puissent fonctionner seules à l'aide de la résistance de l'air, car elles sont plongées tout entières dans le fluide, condition qui doit s'opposer à leur jeu. D'ailleurs cet effet fût-il obtenu, il ne pourrait s'exercer que pendant l'ascension ou la descente de l'aérostat, et dès lors la difficulté dont nous parlions plus haut se présenterait encore, car il faudrait, pour provoquer la marche, jeter du lest ou perdre du gaz, c'est-à-dire user peu à peu le principe même ou la cause du mouvement. L'auteur se tire assez singulièrement d'em-

barras en disant que l'hélice serait mue dans ce cas par la main des hommes ou par *tout autre moyen mécanique;* mais c'est précisément ce moyen mécanique qu'il s'agit de trouver, et en cela justement consiste la difficulté qui s'est opposée jusqu'à ce jour à la réalisation de la navigation aérienne.

En résumé le système de M. Petin, tel qu'il a été figuré sur le modèle exhibé l'année dernière à Paris, est infiniment au-dessous des combinaisons analogues déjà proposées. Rien ne peut donc expliquer l'engouement qu'a inspiré pendant plusieurs mois cette espèce de monstre aérien qui témoignait peut-être de la richesse d'imagination de l'inventeur, mais qui accusait pour les lois de la mécanique et de la statique un mépris par trop prononcé.

CHAPITRE IX.

Conclusion. — Applications futures des aérostats aux recherches scientifiques.

On vient de voir que l'expérience et le raisonnement théorique s'accordent à démontrer l'inutilité des tentatives ayant pour but la direction des aérostats avec les seules ressources dont la mécanique dispose de nos jours. Un moteur nouveau qui réunisse à une puissance considérable une grande légèreté, telle est la condition indispensable pour résoudre ce grand problème. Ainsi c'est en dehors de l'aérostation elle-même

que ce progrès doit se préparer et s'accomplir, et c'est au temps seul qu'il appartient de nous mettre un jour en possession de cette création si désirable. Il serait donc inutile de persévérer dans les routes vicieuses où depuis cinquante ans l'aérostation s'est engagée; il est temps de la ramener dans une voie moins stérile. Dans l'état présent des choses, tout l'avenir, toute l'importance des aérostats résident dans leur application aux recherches scientifiques; ce n'est que par son emploi comme moyen d'étude pour les grandes lois physiques et météorologiques de notre globe, que l'art des Montgolfier peut désormais tenir une place sérieuse parmi les inventions modernes.

Il serait impossible de fixer le programme exact de toutes les questions qui pourraient être abordées avec profit pendant le cours des ascensions aérostatiques appliquées aux intérêts des sciences. Voici néanmoins la liste abrégée des faits physiques qui pourraient retirer de ce moyen d'exploration des éclaircissements utiles.

La véritable loi de la décroissance de la température dans les régions élevées de l'air est, on peut le dire, ignorée. Théodore de Saussure a essayé de l'établir à l'aide d'observations comparatives prises sur la terre et sur des montagnes élevées, telles que le Rigi et le col du Géant. Des observations pareilles, prises dans les Alpes, ont encore servi d'éléments à ces recherches; mais toutes les observations recueillies de cette manière n'ont amené aucune conséquence générale susceptible d'être exprimée par une formule unique. D'après les expériences de Saussure, la température de l'air s'abaisserait de un degré à mesure que

l'on s'élève de cent quarante à cent cinquante mètres dans l'atmosphère; les observations prises dans les Pyrénées ont donné un degré d'abaissement par cent vingt-cinq mètres d'élévation; et dans son ascension aérostatique, M. Gay-Lussac a trouvé le chiffre de un degré pour cent soixante-quatorze mètres d'élévation. Sans parler du résultat extraordinaire et qui mérite confirmation, obtenu par MM. Barral et Bixio, qui prétendent avoir observé un abaissement de température de trente-neuf degrés au-dessous de glace à une élévation de sept mille mètres, on voit quelles différences et quel désaccord tous ces résultats présentent entre eux. Il est évident que la loi de la décroissance de la température dans les régions élevées pourra être fixée avec une très grande facilité et avec certitude par des observations thermométriques prises au moyen d'un aérostat à différentes hauteurs dans l'atmosphère. En multipliant les observations de ce genre sous diverses latitudes, à différentes saisons de l'année, à différentes heures de la nuit et du jour, on arrivera, sans aucun doute, à saisir la loi générale de ce fait météorologique.

On peut en dire autant de ce qui concerne la loi de la décroissance de la densité de l'atmosphère. La détermination exacte du rapport dans lequel l'atmosphère décroît de densité à mesure que l'on s'élève, dépend de deux éléments : la décroissance de la température et la diminution de la pression barométrique. Des observations aérostatiques peuvent seules permettre d'établir ces éléments sur des bases expérimentales dignes de confiance. Les physiciens n'accordent, à bon droit, que très peu de crédit à la loi donnée

par M. Biot relativement à la décroissance de la densité de l'air, car cette loi n'est calculée que sur quatre ou cinq observations prises dans les ascensions aérostatiques de MM. de Humboldt et Gay-Lussac. C'est en multipliant les observations de ce genre et en se plaçant dans des conditions différentes de latitudes, d'heures, de saisons, etc., qu'on pourra la fixer d'une manière positive. Ajoutons que ce résultat aurait d'autant plus d'importance, qu'il fournirait une donnée certaine pour mesurer la véritable hauteur de notre atmosphère. En effet, étant connue la loi suivant laquelle décroît la densité de l'air dans les régions élevées, on déterminerait à quelle hauteur cette densité peut être considérée comme insensible, ce qui établirait sur une base expérimentale solide le fait assez vaguement établi jusqu'ici de la hauteur et des limites physiques de notre atmosphère. Cette loi intéresse d'ailleurs directement l'astronomie. On sera, en effet, toujours exposé à commettre des erreurs sensibles sur la position réelle des étoiles, tant que l'on ne pourra tenir un compte exact de la déviation que subit la lumière de ces étoiles en traversant l'atmosphère. Or, cette déviation dépend de la densité et de la température des couches d'air traversées. Ainsi l'astronomie elle-même réclame la fixation de la loi de la décroissance de la densité de l'air.

On établirait encore aisément, grâce aux aérostats, la loi de la décroissance de l'humidité selon les hauteurs atmosphériques. Les hygromètres que nous possédons aujourd'hui sont d'une précision si grande, que les observations de ce genre, exécutées dans des conditions convenablement choisies, donneraient sans

aucun doute un résultat satisfaisant, et auraient pour effet d'enrichir la physique d'une loi dont tous les éléments lui font encore défaut.

On admet généralement que la composition chimique de l'air est la même dans toutes les régions et à toutes les hauteurs ; M. Gay-Lussac a constaté ce fait dans son ascension aérostatique ; mais les procédés d'analyse de l'air ont subi, depuis l'époque des expériences de M. Gay-Lussac, des perfectionnements de tout genre, et il est reconnu que l'analyse de l'air par l'eudiomètre, telle que ce physicien l'a exécutée, laisse une part sensible aux erreurs d'expérience. Il serait donc de toute nécessité d'analyser l'air des régions supérieures en se servant des procédés si remarquables employés et créés par M. Dumas. Cette expérience, si naturelle, si facile et pour ainsi dire commandée, n'a jamais été exécutée ; c'est donc à tort, selon nous, que l'on admet l'identité de la composition de l'air dans toutes les régions. On a soumis, il est vrai, à l'analyse par les procédés de M. Dumas, l'air recueilli au sommet du Faulhorn et du Mont-Blanc, et l'on a reconnu son identité chimique avec l'air recueilli à la surface de la terre ; mais il n'est pas douteux que la hauteur des montagnes même les plus élevées du globe ne soit un terme très insuffisant pour la recherche du grand fait dont nous parlons.

Plusieurs physiciens ont admis la variation, suivant les hauteurs, de la quantité de gaz acide carbonique qui fait partie de l'air. Une des expériences les plus faciles à exécuter dans la série prochaine des recherches aérostatiques, consistera à éclaircir ce point de l'histoire de notre globe.

Les expériences exécutées à l'aide d'un ballon aérostatique permettraient encore de vérifier la loi de la vitesse du son, et de reconnaître si la formule établie par Laplace est vraie dans les couches verticales de l'air comme dans les couches horizontales, ou, si l'on veut, de rechercher si le son se propage avec la même rapidité dans les couches horizontales de l'air et dans le sens de la progression verticale. Il est probable que le résultat serait différent, et la loi que l'on fixerait ainsi jetterait un jour nouveau sur les faits relatifs à la densité de l'atmosphère et sur quelques points secondaires qui se rattachent à ces questions.

Les phénomènes du magnétisme terrestre actuellement connus recevraient aussi des éclaircissements très utiles d'expériences exécutées à une grande hauteur dans l'air. Le fait même de la permanence de l'intensité de la force magnétique du globe à toutes les hauteurs dans l'atmosphère, admis par MM. Biot et Gay-Lussac comme conséquence de leurs observations aérostatiques, aurait peut-être besoin d'être repris et examiné de nouveau. La difficulté que présente l'observation de l'aiguille aimantée dans un ballon agité par les vents, et qui éprouve continuellement une rotation sur lui-même, rend ces observations susceptibles d'erreur. Il ne serait donc pas hors de propos de reprendre, dans des conditions convenables, l'examen de ce fait.

Enfin l'un des plus utiles problèmes que nos savants pourront se proposer dans le cours de ces ascensions, sera de rechercher s'il n'existerait pas, à certaines hauteurs dans l'atmosphère, des *courants constants*. On sait que sur certains points du globe il règne pen-

dant toute l'année des courants invariables, qui portent le nom de *vents alisés*. En prolongeant dans l'atmosphère les expériences aérostatiques, en se familiarisant avec ce séjour nouveau, en étudiant ce domaine encore si peu connu, peut-être arriverait-on à trouver, à certaines hauteurs, quelques courants dont la direction soit invariable pendant toute l'année, ou bien encore qui se maintiennent périodiquement à des époques déterminées (1). Franklin pensait qu'il existe habituellement dans l'atmosphère inférieure une sorte de courant froid se rendant des pôles à l'équateur, et par contre un courant supérieur soufflant en sens inverse et se rendant de l'équateur aux deux extrémités de la terre. La découverte de ces *vents alisés* ou de ces *moussons* des régions supérieures serait un fait immense pour l'avenir de la navigation aérienne, car, leur existence une fois constatée, et leur direction bien reconnue, il suffirait de placer et de maintenir l'aérostat dans la zone de ces courants pour le voir emporté vers le lieu fixé d'avance. Pour peu que ces *moussons* fussent multipliées dans l'atmosphère, le problème de la navigation aérienne se trouverait résolu beaucoup mieux que par les combinaisons mécaniques dont nous avons démontré l'impuissance.

En attendant que d'aussi brillants résultats soient obtenus, l'aérostation peut dès ce jour hâter sur plus d'un point le progrès des sciences physiques. C'est à

(1) On consultera avec intérêt, sur les moyens de procéder avec les aérostats à ces explorations des espaces atmosphériques, dans la vue d'y étudier la direction des vents et des grands courants d'air, une Note présentée par M. Dupuis-Delcourt à l'Académie des sciences, dans la séance du 11 mars 1850.

elle à prendre pied dans ce domaine trop négligé; c'est aux savants aussi qu'il appartient de mieux comprendre l'avenir promis à l'art des Pilâtre et des Montgolfier, et de rendre ainsi à l'aérostation la place qu'elle doit occuper parmi les plus utiles auxiliaires de l'observation scientifique.

L'ÉCLAIRAGE AU GAZ.

CHAPITRE PREMIER.

Anciennes notions sur les gaz inflammables. — Essais de Philippe Lebon. — Thermolampe. — Travaux de Murdoch en Angleterre. — Winsor. — Établissement de l'éclairage par le gaz à Londres. — Importation en France de l'éclairage au gaz.

La question de priorité qui se rattache à la découverte de l'éclairage au gaz a été débattue, il y a trente ans, en Angleterre et en France, avec une ardeur et une ténacité que l'importance même du sujet ne justifiaient point. Le temps a effacé jusqu'aux traces de ces débats ; on peut donc maintenant essayer en toute sécurité de fixer la part qui revient à chacune des deux nations rivales dans la création de cette branche intéressante de l'industrie contemporaine.

L'éclairage par le gaz n'est qu'une suite très simple des découvertes chimiques accomplies au siècle dernier. On savait depuis longtemps que la combustion de certains gaz composés s'accompagne d'un dégagement de lumière et de chaleur, et dès la fin du XVII[e] siècle, l'expérience avait montré que la houille, soumise en vase clos à une haute température, fournit

un gaz susceptible de brûler avec éclat. Mais jusqu'à la fin du dernier siècle, personne n'avait songé à tirer parti de ce fait. L'idée d'appliquer à l'éclairage les gaz combustibles qui se forment pendant la décomposition de certaines substances organiques, appartient incontestablement à un ingénieur français nommé Philippe Lebon. Les moyens insuffisants et imparfaits employés par notre compatriote pour appliquer à l'éclairage les gaz qui résultent de la décomposition du bois ou de la houille, ne reçurent en France qu'un commencement d'exécution; mais cette idée fut quelques années après reprise en Angleterre, et les procédés imaginés alors pour l'extraction et pour l'épuration du gaz, eurent pour effet de créer cette industrie remarquable. Ainsi le principe théorique de l'éclairage au gaz appartient à notre nation; mais l'honneur de son exécution pratique doit revenir tout entier à la persévérance et à l'habileté de nos voisins.

Tel est, en quelques mots, l'aperçu d'ensemble qui résume en un trait général la question historique qui se rapporte à l'invention qui va nous occuper. Examinons maintenant avec plus de détails les faits qui autorisent cette conclusion.

La première observation scientifique relative aux gaz combustibles et éclairants, est due à un physicien anglais nommé James Clayton. Tout le monde sait qu'il se dégage quelquefois du sein de la terre certains fluides élastiques susceptibles de s'enflammer. Ces phénomènes dont les anciens ont parlé comme de prodiges inexplicables, ont été observés depuis des siècles; les feux de Pietra-Mala et de Barigazzo en Italie, la *fontaine ardente* du Dauphiné, les feux qui

apparaissent sur les bords de la mer Caspienne et dans beaucoup de contrées des États-Unis, en sont des exemples bien connus. En 1664, le docteur Clayton observa un phénomène semblable à la surface d'une veine de houille. En approchant un corps en ignition de certaines fissures de la mine, on voyait aussitôt apparaître une flamme. Clayton attribua ce fait à une vapeur spontanément dégagée du charbon, et pour vérifier sa conjecture, il soumit le charbon de cette mine à la distillation. Il reconnut, en opérant ainsi, que le charbon de terre fournissait de l'eau, une substance noire huileuse, qui n'était autre chose que du goudron, et enfin un gaz (*spirit*) qu'il ne put parvenir à condenser. Enflammé au bout d'un tube placé à l'extrémité de l'appareil, ce gaz brûlait en émettant beaucoup de lumière. Clayton désigna ce produit sous le nom d'*esprit de houille*, s'imaginant que la houille était le seul combustible qui pût lui donner naissance.

Hales, qui répéta cinq ans après l'expérience intéressante de James Clayton, reconnut que le charbon de terre soumis à la calcination fournit un tiers de son poids de vapeurs inflammables (1).

Le savant évêque de Landaff, le docteur Watson, qui s'est occupé en 1769 des produits de la distillation du charbon et du bois, annonce également qu'il a retiré de ces matières un gaz inflammable, une huile épaisse ressemblant à du goudron et un résidu de charbon poreux et léger (2).

En 1786, lord Dundonald avait établi plusieurs fours

(1) *Statique des végétaux*, t. I.
(2) *Essais chimiques*, t. II.

pour la distillation de la houille afin d'en obtenir du goudron. On reconnut que les vapeurs dégagées pendant la distillation étaient très faciles à enflammer; mais, loin de tirer parti de ces produits comme agents lumineux ou combustibles, on les laissait échapper par toutes les ouvertures des appareils, on les brûlait à la bouche des fourneaux. On imagina seulement de disposer des tuyaux métalliques pour conduire le gaz que l'on fit brûler à l'extrémité de ces tubes et l'on produisit ainsi de la lumière à une certaine distance des fours. Cependant on ne voyait là qu'un phénomène curieux qui servit longtemps de jeu aux ouvriers de l'usine. Un allemand, nommé Diller, qui avait été témoin de ce phénomène, jugea à propos d'en faire à Londres une exhibition publique sur le théâtre du Lycée. Il faisait bruler des flambeaux alimentés par les gaz provenant de la distillation de la houille; on donnait à ce spectacle le nom de *lumière philosophique*.

Il faut donc reconnaître que le pouvoir éclairant du gaz qui prend naissance pendant la calcination de la houille a été de bonne heure observé et mis en pratique en Angleterre; mais le composé qui se forme dans cette circonstance était regardé comme un produit exclusivement propre au charbon de terre. Ce fait, découvert par hasard et en dehors de toute idée scientifique, n'avait conduit à aucune vue générale, il ne peut donc rien enlever au mérite des travaux de Philippe Lebon, qui reposent au contraire sur un ensemble de déductions théoriques et représentent tout une série d'applications raisonnées de la science.

Philippe Lebon, ingénieur des ponts et chaussées,

était né vers 1765 à Brachet (Haute-Marne), près de Joinville. C'est vers l'année 1786 qu'il conçut la première idée de faire servir à l'éclairage les gaz qui proviennent de la combustion du bois. En l'an VII de la république, il annonça sa découverte à l'Institut, et en l'an VIII, à la date du 6 vendémiaire (28 septembre 1799), il prit un brevet d'invention pour un appareil qu'il désignait sous le nom de *thermolampe*, et qui devait fournir à la fois de la lumière et de la chaleur. Philippe Lebon a publié un mémoire de quelques pages qui démontre suffisamment qu'il avait pressenti toute l'étendue que ses idées pourraient recevoir un jour. Quelques passages extraits de cet écrit fort peu connu suffiront à lever les doutes qui ont été émis à ce sujet à différentes époques.

Le mémoire de Lebon a pour titre : *Thermolampe ou poëles qui chauffent, éclairent avec économie, et offrent, avec plusieurs produits précieux, une force motrice applicable à toute espèce de machines.*

Après avoir indiqué les divers genres d'applications que peut recevoir le thermolampe, Lebon ajoute les réflexions suivantes :

» Je ne parle pas des effets que l'on pourrait obtenir en appliquant encore la chaleur produite aux chaudières de nos machines à feu ordinaires, ni des applications sans nombre de la force qui se déploie dans ces nouvelles machines. Tout ce qui est susceptible de se faire mécaniquement est l'objet de mon appareil, et la simultanéité de tant d'effets précieux rendant la dépense proportionnellement très petite, le nombre possible d'applications économiques devient infini. Dans les forges on néglige et l'on perd tout le gaz inflammable, qui offre cependant des effets de chaleur et de mouvement si précieux pour ces établissements. La quantité de combustible que l'on y consomme est si

énorme que je suis persuadé qu'en le diminuant considérablement on pourrait, en suivant les vues que j'indique, non seulement obtenir les mêmes effets de chaleur, mais même donner surabondamment la force que l'on emprunte du cours d'eau, souvent éloigné des forêts et mines, et dont la privation donne lieu, dans les sécheresses, à des chômages d'autant plus nuisibles qu'ils laissent sans travail une classe nombreuse d'ouvriers; en général tous les établissements qui ont besoin de mouvement ou de chaleur ou de lumière, doivent retirer quelque avantage de cette méthode d'employer le combustible à ces effets.

» Cependant le plus grand nombre des applications du thermo lampe devant avoir pour objet de chauffer et d'éclairer, je vais les considérer particulièrement sous ce point de vue.

» La forme des vases dans lesquels le combustible est soumis à l'action décomposante du calorique, peut varier à l'infini, suivant les circonstances, les besoins et les localités. Je me contenterai d'indiquer quelques dispositions qui me paraissent intéressantes à connaître et qui d'ailleurs donneront une idée de la multiplicité des formes dont ces vases sont susceptibles. »

Ici Lebon indique les dispositions les plus convenables à donner au cylindre destiné à contenir le bois soumis à la distillation sèche. Il termine en ces termes :

« Le gaz qui produit la flamme, bien préparé et purifié, ne peut avoir les inconvénients de l'huile ou du suif ou de la cire employés pour nous éclairer. Cependant l'apparence d'un mal étant quelquefois aussi dangereuse que le mal même, il n'est pas inutile de faire remarquer combien il est facile de ne répandre dans les appartements que la lumière et la chaleur, et de rejeter à l'extérieur tous les autres produits, même celui résultant de la combustion de ce gaz inflammable : voici, pour cet objet, ce qui est exécuté chez moi.

» La combustion du gaz inflammable se fait dans un globe de cristal, soutenu par un trépied et mastiqué de manière à ne

rien laisser échapper au dehors des produits de la combustion. Un petit tuyau y amène l'air inflammable ; un second tuyau y introduit l'air atmosphérique, et un troisième tuyau emporte les produits de la combustion. Celui de ces tuyaux qui conduit l'air atmosphérique, le prend dans l'intérieur de l'appartement quand on veut le renouveler, ou autrement il le tire de dehors. Comme ces tuyaux s'unissent au-dessous du globe, il est nécessaire que celui du tirage s'élève verticalement dans une autre partie de sa course, et qu'il y soit un peu échauffé au commencement de l'opération, pour déterminer le tirage. D'ailleurs, chacun de ces tuyaux peut avoir un robinet ou une soupape afin que l'on puisse établir le rapport que l'on peut désirer entre les fournitures du gaz et le tirage.

» On conçoit sans qu'il soit besoin de l'expliquer, que le globe peut être suspendu et descendu du plafond ; que dans tous les cas, il est facile, par la disposition des tuyaux, de rendre prompte et immédiate la combinaison des deux principes de la combustion, de distribuer et de modeler les surfaces lumineuses et de gouverner et suivre l'opération ; et qu'enfin par ce moyen la chaleur et la lumière nous sont données après avoir été filtrées à travers du verre ou du cristal et qu'elles ne laissent rien à craindre des effets des vapeurs sur les métaux. Il n'est point indispensable cependant, pour absorber les produits de la combustion, qu'elle ait lieu dans un globe exactement fermé ; un petit dôme ou capsule de verre ou de cristal, de porcelaine ou d'autres matières, peut les recevoir pour les introduire dans un tuyau qui, par son tirage, les pousserait continuellement (1). »

Philippe Lebon signale dans son brevet les matières grasses et la houille comme propres à remplacer le bois. Cependant, dans l'appareil qu'il décrit sous le nom de *thermolampe*, le bois seul était employé. Il plaçait dans une grande caisse métallique des bûches de

(1) *Addition au brevet d'invention de quinze ans, accordé le* 28 *septembre* 1799, *à M. Lebon, de Paris.* (*Description des machines et procédés spécifiés dans les brevets d'invention et de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée*, t. V, p. 124.)

bois qui étaient soumises à la distillation sèche. En se décomposant par l'action du feu, la matière organique donnait naissance à des gaz inflammables, à diverses matières empyreumatiques et à de l'acide acétique. Il restait dans l'appareil du charbon comme résidu de la distillation. Lebon consacrait le gaz à l'éclairage et il utilisait la chaleur du fourneau pour le chauffage des appartements. De là le nom de *thermolampe* pour cet appareil qu'il voulait faire adopter comme une sorte de meuble de ménage. Depuis 1799 jusqu'en 1802, il fit un grand nombre d'expériences pour tirer parti de tous les produits qu'il obtenait. Ses premiers thermolampes furent établis au Havre, il voulait appliquer le gaz à l'éclairage des phares et faire servir le goudron à la marine. Mais les fluides élastiques qui prennent naissance pendant la combustion du bois et qui se composent surtout d'oxyde de carbone et d'hydrogène carboné, ne sont que très peu éclairants; en outre l'inventeur ne s'était pas sérieusement occupé des moyens d'épurer son gaz qui répandait une odeur très désagréable. Aussi les expériences exécutées au Havre n'éveillèrent-elles que faiblement l'attention ou l'intérêt du public, et Lebon revint à Paris sans avoir pu réussir à mettre ses vues en pratique.

L'application de la houille à l'éclairage, dont il ne parle qu'en passant, dans une note de son mémoire, fut cependant réalisée à Paris par Philippe Lebon. Les appartements et les jardins de l'hôtel Seignelay, qu'il occupait dans la rue Saint-Dominique, furent éclairés par ce moyen. Mais ses procédés d'épuration étaient tout à fait insuffisants ; l'odeur fétide du gaz,

les produits nuisibles auxquels sa combustion donne naissance lorsqu'il n'a pas été convenablement purifié, forcèrent Lebon à abandonner l'entreprise. A peu près ruiné par les dépenses considérables que ses expériences avaient exigées, il se retira à Versailles et alla établir auprès de l'aqueduc de Marly une fabrique d'acide pyroligneux.

La fabrication de l'acide pyroligneux que Lebon établit à Versailles, n'était que l'application pratique des idées qui l'avaient amené à la construction de son *thermolampe*. En distillant du bois en vases clos, on obtenait un résidu de charbon qu'on livrait directement au commerce; il se formait du goudron, des gaz inflammables, de l'eau et de l'acide acétique. Le gaz ramené dans le foyer au moyen d'un tube, servait à activer la combustion, le liquide aqueux chargé de goudron et d'acide acétique, purifié par les moyens chimiques convenables, était employé à préparer de l'acide acétique faible que l'on désignait et que l'on désigne encore sous le nom d'*acide pyroligneux*. Cette fabrication qui présentait, on le voit, plusieurs faits remarquables et dénotait de la part de l'auteur une rare intelligence, est pratiquée aujourd'hui dans nos forêts sur une grande échelle pour la préparation du charbon de bois et de l'acide acétique faible; elle n'a subi depuis sa création que fort peu de changements.

Philippe Lebon réunissait en effet à un haut degré les qualités de l'inventeur; il avait l'activité d'esprit, la sagacité de coup d'œil, la hardiesse d'exécution qui amènent et fécondent les découvertes. Quoique forcé d'abandonner les expériences qu'il avait entreprises à Paris sur l'éclairage au moyen du gaz retiré de la

houille, il n'avait jamais perdu de vue ce grand objet, et il n'est pas douteux que si les agitations politiques de l'époque eussent laissé à l'industrie un plus libre développement, il n'eût mené à bien cette belle entreprise. Sa triste fin arrivée en 1802 priva la France de l'honneur définitif de cette invention. Un matin, au point du jour, quelques personnes relevèrent aux Champs-Élysées le corps d'un homme percé de coups; c'était celui de Philippe Lebon. Au milieu des préoccupations du moment, la cause de sa mort ne fut point recherchée et son nom grossira la liste de ces inventeurs malheureux qui n'ont trouvé auprès de leurs contemporains que l'indifférence et l'oubli.

Pendant que Philippe Lebon échouait dans ses tentatives et ne trouvait en France aucun encouragement pour le développement de ses idées, un ingénieur nommé Murdoch, qui avait eu connaissance des résultats obtenus à Paris, les mettait en pratique en Angleterre. Les écrivains anglais prétendent que dès l'année 1792, Murdoch avait fait dans le comté de Cornouailles, sa patrie, quelques expériences relatives aux gaz éclairants fournis par différentes matières minérales ou végétales. Aucun document ne confirme ce fait. Ce n'est que dans l'année 1798 que Murdoch vint établir dans les manufactures de James Wat, à Soho, près de Birmingham, un appareil destiné à l'éclairage du bâtiment principal. Cependant ce système ne fut pas définitivement adopté dans l'usine de Soho; les expériences y furent souvent abandonnées et reprises. En 1802, à l'occasion de la paix d'Amiens, Murdoch fit sur la façade de l'établissement de James Wat une

illumination brillante qui étonna beaucoup la population de Birmingham.

Ce n'est qu'en 1805 que l'éclairage par le gaz fut institué pour la première fois d'une manière définitive en Angleterre dans une grande manufacture. A cette époque, la fabrique de James Wat adopta entièrement ce genre d'éclairage. Peu de temps après, le bel établissement pour la filature du lin de MM. Philipps et Lée à Manchester fut éclairé à son tour par ces moyens nouveaux. Cependant les procédés employés par Murdoch ne différaient que faiblement de ceux que Philippe Lebon avait mis en œuvre à Paris. Le gaz mal épuré renfermait tous les produits nuisibles qui se mêlent pendant la distillation de la houille à l'hydrogène bicarboné et communiquent aux produits de sa combustion les propriétés les plus fâcheuses. Cette sorte d'éclairage, dans les conditions où il se trouvait à cette époque, ne pouvait donc être tolérée que dans une manufacture. De là aux applications générales du gaz à l'éclairage public et domestique, il y avait un pas immense à franchir. Ce brillant résultat ne devait être réalisé qu'après de longues luttes et par une suite de travaux persévérants.

Un allemand nommé F. A. Winsor avait traduit en allemand et en anglais le mémoire de Philippe Lebon sur le *thermolampe*. En 1802 il publia cette traduction à Brunswick, et la dédia au duc régnant qui avait été témoin avec toute sa cour de ses expériences sur l'éclairage au moyen de la distillation des bois de chêne et de sapin. Donnant suite à ces premières recherches, Winsor continua ses essais dans les villes de Brême, Hambourg et Altona, enfin il se rendit à

Londres et exécuta les mêmes expériences en public sur le théâtre du Lycée. Les succès obtenus par Murdoch avec le gaz de la houille le décidèrent à renoncer à l'emploi des matières végétales. Il seconda ce dernier dans l'établissement définitif de l'éclairage de l'établissement de Wat à Soho et dans quelques fabriques de Birmingham. Convaincu dès lors de l'avenir réservé à cette industrie, Winsor prit en Angleterre un brevet d'invention et s'occupa de former une société industrielle pour appliquer le gaz à l'éclairage public.

Ce n'était pas une faible entreprise que de fonder au milieu de tant d'intérêts opposés une institution si nouvelle. Les industries existant à cette époque pour l'éclairage domestique, devaient susciter contre un tel projet des obstacles de tout genre. Proposer d'élever au milieu des villes des réservoirs immenses d'un gaz inflammable, de placer le long des rues des conduits souterrains, et d'amener le gaz dans l'intérieur des maisons, en présence de tant de matières sujettes à l'incendie, c'était évidemment heurter toutes les habitudes reçues et provoquer des craintes sans nombre assez fondées d'ailleurs à une époque où l'expérience n'avait rien dit encore sur l'innocuité de ces dispositions. Ces premières difficultés auraient pu à la rigueur s'amoindrir devant la pratique, si le gaz proposé avait offert dans ses qualités des avantages certains. Mais loin de là, obtenu par les procédés mis en usage à cette époque, le gaz de Winsor présentait toute sorte de défauts ; son odeur était fétide, il attaquait les métaux, il donnait naissance en brûlant à de l'acide sulfureux, enfin on ne connaissait pas les moyens de prévenir les explosions qu'il occa-

sionne lorsqu'il se mélange accidentellement avec l'air atmosphérique. Toutes ces conditions si défavorables auraient fait reculer le spéculateur le plus hardi. Elles n'arrêtèrent pas Winsor. En effet tout semblait se réunir chez cet homme singulier pour en faire le type de l'industriel audacieux que rien n'arrête, qui loin de céder aux résistances que soulèvent contre lui les intérêts opposés, y trouve un motif de plus de persister dans ses desseins, et qui à force de hardiesse, de persévérance et de courage, par l'exagération de ses assertions, par des promesses souvent menteuses, finit par contraindre l'opinion de plier à ses vues. Tout ce que Winsor avança d'affirmations téméraires, de promesses chimériques, est presque inimaginable. Cependant ne blâmons pas trop haut ces manœuvres ; c'est à elles que nous devons l'éclairage au gaz.

C'est en 1804 que Winsor publia à Londres le prospectus d'une compagnie nationale pour la lumière et la chaleur. Il promettait à ceux qui déposeraient 100 fr. un revenu annuel de 12,450 fr., lequel, ajoutait-il, était probablement destiné à atteindre un jour dix fois cette somme. Comme l'on avait exprimé la crainte que l'extension de son système d'éclairage n'amenât peu à peu l'épuisement des mines de houille, Winsor déclarait avec assurance que le coke résidu de la distillation de la houille donnerait deux fois plus de chaleur en brûlant que le charbon qui l'avait fourni.

Le capital de douze cent cinquante mille francs, demandé par Winsor, fut entièrement souscrit ; mais cette somme, au lieu de produire les revenus fabuleux que l'on avait annoncés, fut tout entière absorbée par les expériences.

Winsor ne se découragea pas. Appuyé par une commission de vingt-six membres choisis parmi ses anciens actionnaires et qui se composait de banquiers, de magistrats, de propriétaires, d'un médecin et d'un avocat, il renchérit si bien sur ses premières affirmations, qu'il se fit accorder une somme de quatre cent quatre-vingt mille francs pour continuer les expériences.

Mais ce premier résultat était loin de suffire. Le grand but à atteindre c'était d'obtenir du roi une *charte d'incorporation* de la société. Pour y parvenir, Winsor ne devait reculer devant aucun moyen.

Le problème de l'épuration du gaz était bien loin encore d'être résolu ; les produits qu'on obtenait étaient d'une impureté extrême, leur qualité toxique et leur action fâcheuse sur l'économie, étaient de toute évidence. Cependant Winsor n'hésitait pas à proclamer que son gaz était doué d'une odeur des plus agréables, et que loin de redouter les fuites qui pourraient se produire dans les tuyaux, il viendrait un jour où l'on y pratiquerait tout exprès une petite ouverture, afin de pouvoir respirer continuellement son odeur. A entendre Winsor, le gaz était encore un excellent remède ; il avait des propriétés sédatives éminemment utiles contre les irritations de poitrine. « Les médecins habiles, disait-il, ont recommandé d'en remplir des vessies et de les placer sous le chevet des personnes affectées de maladies pulmonaires, afin que, transpirant peu à peu de son enveloppe, il se mêle à l'air que respire le malade et en corrige la trop grande vivacité. » Puis se laissant entraîner sur cette pente, il ajoutait : « Dans le foyer même de

l'exploitation, l'air au lieu d'être infecté d'une fumée nuisible ne contient que des atômes de goudron et d'huile en vapeurs, d'acide acétique et d'ammoniaque. Or on sait que chacune de ces substances est un antiseptique. L'eau goudronnée s'emploie comme un médicament intérieur ; les huiles essentielles sont aussi utiles qu'agréables à respirer ; l'acide acétique ou vinaigre est un antiputride, et l'ammoniaque est comme l'hydrogène un puissant sédatif. » Il terminait en disant que les navigateurs qui entreprennent des voyages de long cours, devraient emporter dans leurs vaisseaux, à titre de substance hygiénique, quelques tonneaux des résidus provenant de la fabrication du gaz.

Notre industriel avait à lutter à cette époque à peu près contre tout le monde. Les résultats fâcheux de ses premiers essais avaient laissé dans tous les esprits une impression défavorable. D'un autre côté Murdoch, irrité de se voir contester ses droits d'inventeur, lui suscitait mille entraves. La plupart des savants qui ne pouvaient connaître encore toutes les propriétés du gaz de l'éclairage et le moyen de parer à ses dangers, se réunissaient pour combattre le novateur, qui, fort ignorant lui-même en ces sortes de matières, ne faisait que fournir des armes à ses adversaires par ses réponses erronées. Un savant, qui nous est connu par un *Traité des manipulations chimiques* traduit en français, M. Accum, se distinguait entre tous par la force de ses objections. Il prouvait que le gaz, tel que le préparait Winsor, était d'un emploi difficile, d'un maniement dangereux et qu'il exerçait sur l'économie une action très nuisible. Toutes ces résistances, qui agis-

saient de la manière la plus fâcheuse sur l'esprit du public anglais, n'ébranlèrent pas un instant les projets ni la ferme assurance de Winsor.

Le 1er mars 1808 il convoqua les actionnaires de sa compagnie. Il exposa les travaux exécutés jusque-là et l'état présent de l'exploitation. N'ayant pu obtenir l'autorisation d'éclairer les principales places de Londres, on avait dû se borner à l'éclairage de la grande rue *Pall-Mall*. Winsor annonçait en outre qu'il avait adressé au roi un mémoire, dans lequel il demandait pour la compagnie le privilége exclusif de l'exploitation de sa découverte dans toute l'étendue des possessions britanniques. Le mémoire présenté à George III promettait un bénéfice de 670 pour cent sur les fonds avancés. Mais le roi avait répondu « qu'il ne pouvait accorder la charte d'incorporation demandée par le mémoire, qu'après que l'on aurait obtenu du parlement un bill qui autorisât la société. »

Sur cette déclaration, une enquête fut ouverte le 5 mai 1809 devant la chambre des communes. Dans cet intervalle, Winsor n'avait pas perdu son temps. Par son infatigable insistance, par sa remuante activité, il avait fini par multiplier singulièrement le nombre des partisans du gaz; l'opinion publique commençait à fléchir du côté de ses idées. Ce n'est du moins que par cette conversion unanime que l'on peut expliquer ce qui se passa devant la commission d'enquête de la chambre des communes. Tous les témoignages invoqués, toutes les autorités consultées, se montrèrent favorables au nouveau système d'éclairage. Winsor fit comparaître d'abord des vernisseurs qui employaient beaucoup d'asphalte étranger et qui vin-

rent affirmer que le goudron, ou l'asphalte du gaz, donnait un noir d'un lustre bien supérieur, qu'il se dissolvait et séchait plus vite et qu'il pouvait être employé sans mélange avec la résine. Des teinturiers vinrent ensuite annoncer que les eaux ammoniacales, provenant de l'épuration du gaz, l'emportaient de beaucoup sur les préparations analogues dont ils faisaient usage dans leurs ateliers. Un contre-maître de calfats déclara le goudron de Winsor bien supérieur aux produits de ce genre d'une autre origine. Un chimiste vint faire savoir que l'ammoniaque, appelée á remplacer un jour le fumier, rendrait sous ce rapport à l'agriculture des services immenses. Enfin les membres de la commission d'enquête, ayant demandé à recueillir, sur ces différents sujets, l'avis d'un chimiste spécialement versé dans la connaissance des propriétés du gaz, Winsor n'hésita pas à désigner pour remplir cet office M. Accum, c'est-à-dire précisément le savant qui jusque-là avait le plus vivement combattu ses idées par ses discours et ses écrits. A l'étonnement général, M. Accum déclara en réponse aux questions qui lui furent posées par sir James Hall, président de la commission d'enquête, que le gaz obtenu par Winsor n'avait aucune mauvaise odeur et brûlait sans fumée, enfin que le coke qui formait le résidu de sa fabrication était supérieur à toutes les autres qualités de ce combustible existant sur les marchés.

En dépit de ce concours inattendu de témoignages favorables, le bill d'autorisation fut refusé par la chambre des communes.

Winsor se tourna alors vers la chambre des pairs. En 1810, la comédie qui avait été jouée devant la

chambre des communes recommença presque dans les mêmes termes devant la chambre des lords. Elle eut cette fois un résultat plus heureux, car le bill d'incorporation approuvé par la chambre haute reçut l'assentiment du roi. La compagnie de Winsor obtint le privilége exclusif de l'éclairage au moyen du gaz *ligth* et son capital fut fixé à cinq millions. Elle commença alors à entrer d'une manière étendue et régulière dans l'exploitation de l'éclairage. Les appareils pour l'épuration et pour la distribution du gaz, les formes les plus convenables à adopter pour les becs, tout ce qui se rattachait directement à la pratique de cette industrie nouvelle fut soumis à des expériences suivies, qui finirent par amener l'ensemble de ses procédés à un état de perfection remarquable. Un ingénieur, M. Clegg, se distingua par des innovations heureuses universellement adoptées aujourd'hui.

Cependant tous ces essais ne pouvaient s'exécuter sans devenir la source de dépenses considérables, et jusqu'à 1816, la compagnie se traina sans faire de pertes ni de bénéfices. Il fut reconnu à cette époque que la société allait être ruinée si l'on n'augmentait ses priviléges et si on ne lui accordait l'exploitation de l'éclairage à perpétuité dans toute la Grande-Bretagne.

Pour atteindre ce but suprême, Winsor mit tous les ressorts en jeu. Un nouveau comité d'enquête ayant été institué auprès de la chambre des communes, il fit de nouveau passer sous les yeux de la commission une série de témoins officieux qui vinrent rendre aux qualités du gaz un hommage sans réserve. Tout le monde demandait que la nouvelle industrie fût protégée. Les marchands et les manufacturiers

assuraient que le gaz avait des avantages bien supérieurs à ceux de l'huile ; les agents de police eux-mêmes venaient déclarer qu'il était pour eux un puissant auxiliaire, et qu'à sa clarté ils reconnaissaient bien mieux un voleur. Ce qu'il y avait de sérieux dans ces témoignages et ce qui frappa surtout le parlement, c'est que l'établissement de ce système d'éclairage devait créer en Angleterre, avec une nouvelle source de prospérité pour les houilles du pays, d'autres produits nouveaux susceptibles de recevoir dans l'industrie des applications utiles, tels que du goudron, des huiles minérales, des sels ammoniacaux, etc.

Cependant il restait un point essentiel à éclaircir. On avait signalé beaucoup d'explosions dans les boutiques de Londres, et la commission d'enquête voulait être bien édifiée sur ce fait. On demanda en conséquence des renseignements positifs sur les chances d'explosion que présente un mélange de gaz et d'air atmosphérique. Avec son assurance accoutumée, Winsor répondit que dans sa propre maison, en présence de Humphry Davy et de sir James Hall, on était entré avec une bougie allumée sans provoquer de détonation, dans une chambre bien fermée et qui avait été remplie de gaz pendant trois jours et trois nuits. Renchérissant sur cette première assertion, il ajouta que l'expérience avait été répétée sans accident après avoir rempli la chambre de gaz pendant sept jours et sept nuits. Comme les membres de la commission paraissaient élever quelques doutes sur le fait et demandaient quel était l'homme assez courageux pour avoir tenté une pareille épreuve : « C'est moi, » répondit Winsor.

Avec de tels procédés, avec une manière aussi hardie de lever les obstacles, le succès ne pouvait être douteux. Un bill définitif réglant les derniers priviléges de la compagnie, fut accordé le 1er juillet 1816 et sanctionné par George III. On donna à la société de Winsor l'autorisation d'élever à 10 millions son capital, qui plus tard s'éleva jusqu'à 22 millions. *La compagnie royale* s'organisa dès lors d'une manière définitive sous la direction de Winsor. On établit dans le quartier de Westminster trois grands ateliers d'éclairage. Plusieurs autres usines s'élevèrent bientôt par les soins de la même compagnie dans les faubourgs de Londres et dans plusieurs villes de la province. Enfin l'éclairage au gaz prit en quelques années un tel développement en Angleterre, qu'en 1823 il existait à Londres plusieurs compagnies puissantes, et que celle de Winsor avait à elle seule posé quarante-neuf lieues de tuyaux.

La faveur qui avait accueilli en Angleterre les premiers établissements du gaz *ligth*, inspira à Winsor la pensée de transporter cette industrie en France. Ce projet dont nous recueillons aujourd'hui les bénéfices devait lui causer d'amers regrets. Les luttes dont il avait triomphé dans son pays furent surpassées par celles qu'il eut à combattre parmi nous et qui consommèrent sa ruine.

Winsor vint à Paris en 1815. La rentrée de l'Empereur et les troubles des cent jours apportèrent un premier obstacle à ses projets. Ce ne fut que le 1er décembre qu'il put obtenir le brevet d'importation qu'il avait demandé. Lorsqu'il s'occupa ensuite de mettre sérieusement ses vues en pratique, il trouva à Paris

une résistance presque universelle et qui aurait été de nature à déconcerter un homme moins habitué que lui à mépriser et à combattre les sentiments publics. Dans cette croisade que beaucoup de savants français entreprirent contre les idées de l'importateur du gaz, l'Institut lui-même occupa une place que l'on voudrait pouvoir dissimuler pour l'honneur du premier corps savant de l'Europe. Ce qui rend moins excusables encore ces discussions opiniâtres qui durèrent plusieurs années, c'est le peu de valeur des arguments auxquels on avait recours. On prétendait que les houilles du continent seraient tout à fait impropres à la production du gaz, assertion dont la pratique ne tarda pas à démontrer l'erreur. On ajoutait que l'introduction du gaz porterait à l'agriculture française un dommage considérable, en ruinant l'industrie des plantes oléagineuses; tous les principes d'économie publique faisaient justice de cette dernière appréhension. Un savant et manufacturier très habile, Clément Desormes alla jusqu'à avancer que le gaz de l'éclairage ne pourrait jamais être adopté en France en raison des dangers auxquels il expose. Les gens de lettres eux-mêmes se mettaient de la partie, et Charles Nodier se fit remarquer par la vivacité de ses attaques.

Pour combattre les préventions que jetait dans le public la résistance obstinée des savants, Winsor pensa qu'il était nécessaire de parler d'abord à l'esprit. Voulant ramener à lui l'opinion publique et rectifier des faits dénaturés, il publia en 1816 une traduction du *Traité de l'éclairage au gaz* de M. Accum, *augmenté*, comme il est dit sur le frontispice, par

F.-A. Winsor, *auteur du système d'éclairage par le gaz en Angleterre, fondateur de la compagnie incorporée par charte royale à Londres, et breveté par sa Majesté pour l'emploi de ce système en France.* Cependant cet ouvrage ne réussit qu'à demi à dissiper des erreurs trop fortement accréditées.

N'ayant pu convaincre en s'adressant à l'esprit, Winsor se décida à parler aux yeux. Pour attirer l'attention du public, il fit à ses frais un petit établissement et donna un spécimen du nouvel éclairage dans un salon du passage des Panoramas. Cette exhibition eut le résultat qu'il attendait. Il reçut une offre d'association de MM. Darpentigny et Périer, propriétaires d'une fonderie; on lui proposait de confectionner et d'établir ses appareils à Chaillot. La faillite de cette maison, survenue peu de temps après, empêcha de donner suite à ce projet.

Une seconde compagnie se présenta. Mais les actionnaires demandaient, avant de rien conclure, que le passage des Panoramas fût éclairé tout entier. Cet essai décisif fut exécuté par Winsor et terminé en janvier 1817. Le public put dès lors se convaincre de la supériorité de ce nouveau système d'éclairage, et l'opinion se prononça en sa faveur d'une manière non douteuse. Les marchands du Palais-Royal suivirent l'exemple de ceux du passage des Panoramas, et Winsor reçut une demande de plus de quatre mille becs. Il y eut en même temps une grande émulation pour obtenir des actions dans l'entreprise. Le capital de la société fut constitué au chiffre de douze cent mille francs. Le grand référendaire de la chambre des pairs était à la tête des actionnaires, et il exigea en

cette qualité que l'on commençât par éclairer le palais du Luxembourg.

Malheureusement Winsor, dont l'esprit remuant et actif était éminemment propre à faire réussir le principe d'une entreprise industrielle, était loin de réunir les qualités nécessaires pour administrer une exploitation importante. Au bout de deux ans, la compagnie s'affaissait sous le poids des difficultés et elle dut se mettre en liquidation après avoir établi seulement l'éclairage du Luxembourg et du pourtour de l'Odéon. Le matériel fut adjugé pour la somme de 167,000 francs à M. Pauwels, qui, dans le milieu de l'année 1820, créa une nouvelle société. Plus tard cette compagnie s'est mise elle-même en liquidation, mais elle est aujourd'hui en pleine prospérité. Elle porte le nom de *Compagnie française* et siége dans le faubourg Poissonnière.

Louis XVIII, qui voulait attacher son nom au souvenir de quelque création sérieuse, voyait avec peine la décadence en France d'une industrie déjà florissante en Angleterre. On n'eut donc pas de peine à obtenir de la liste civile les fonds nécessaires pour continuer l'éclairage du Luxembourg et d'autres quartiers. Le roi devint ainsi par le fait entrepreneur d'éclairage. Lorsque cette circonstance fut connue à la cour, on s'empressa de souscrire des actions, et de là est venu le nom de *Compagnie royale* que porta la société. Cependant lorsque le but qu'il s'était proposé se trouva atteint, Louis XVIII comprit qu'il était à bout de son rôle et il ordonna la vente de l'usine qui fut adjugée pour la moitié de la somme qu'elle avait coûtée. La compagnie qui se forma établit son siége

près de la barrière des Martyrs. Elle n'a point prospéré néanmoins, et, après sa liquidation, le résidu de son capital s'est réuni à celui de la compagnie anglaise, Manby Wilson. En définitive il existe aujourd'hui à Paris huit compagnies d'éclairage distribuées selon le périmètre des circonscriptions arrêtées par l'administration municipale. L'organisation de ces divers établissements et la disposition des tuyaux de conduite ont exigé un capital de trente millions.

CHAPITRE II.

Procédés employés pour la préparation et l'épuration du gaz de l'éclairage. — Gaz de la houille. — Gaz retiré de l'huile, de la résine et de l'eau. — Gaz portatif. — Avantages de l'éclairage au gaz.

Il serait hors de propos de passer en revue la série des moyens qui ont été successivement employés pour la préparation du gaz de l'éclairage depuis son origine; il nous suffira de décrire l'ensemble des procédés en usage aujourd'hui.

Toutes les matières organiques qui présentent dans leur composition une prédominance de carbone et d'hydrogène fournissent, étant soumises à la distillation sèche, des gaz inflammables doués d'un certain pouvoir éclairant. Mais les substances qui peuvent se prêter avec économie à la fabrication du gaz de l'éclairage sont peu nombreuses. La houille est le composé qui présente à beaucoup près les meilleures con-

ditions sous ce rapport. Les huiles de qualité inférieure, l'huile de poisson, les graisses altérées, la résine, fournissent un gaz doué d'un pouvoir éclairant considérable, mais dont le prix de revient est assez élevé. La décomposition de l'eau au moyen du fer ou du charbon donne au gaz qui présente, sous le rapport de la pureté, une supériorité incontestable. Enfin certaines matières organiques constituant des résidus de fabrication, telles que les matières grasses extraites des eaux savonneuses des fabriques de drap, la tourbe, la lie de vin, les débourrages de cardes, les huiles de schiste, peuvent encore servir à la fabrication du gaz. Mais de toutes ces substances, la houille est encore le produit qui présente les meilleures conditions sous le rapport économique, en raison de cette circonstance importante, que la vente du coke, formant le résidu de sa fabrication, suffit à couvrir le prix d'achat de ce combustible. Examinons rapidement les procédés qui servent à la préparation du gaz de l'éclairage à l'aide de ce dernier produit.

Pour obtenir le gaz de la houille, on place cette matière dans de grandes *cornues* disposées au nombre de trois ou de cinq dans un large fourneau en briques. Ces cornues, qui peuvent contenir une centaine de kilogrammes de houille, ont à peu près la forme d'un demi-cylindre allongé; leur section représente un rectangle de 66 centimètres de large et de 33 centimètres de haut, dont les angles sont arrondis. Elles sont de fonte ou de terre réfractaire. Les cornues de terre, qui coûtent environ le tiers de celles de fonte, durent plus longtemps que celles-ci, et ne sont pas attaquées à l'extérieur par l'air et les produits de la

combustion ; mais elles résistent moins que les cornues métalliques aux changements de température, ce qui oblige à les faire fonctionner sans interruption, afin d'éviter leur rupture par suite du refroidissement. Au bout d'un certain temps de service, il se forme à l'intérieur des cornues de terre ou de fonte, des incrustations de charbon provenant du goudron, et l'on est obligé d'interrompre de temps en temps la fabrication du gaz pour détruire ces dépôts, ce qui se fait simplement en continuant à chauffer la cornue librement ouverte à ses deux extrémités : le courant d'air fait disparaître, en les brûlant, ces incrustations charbonneuses.

Le degré de la température à laquelle la houille est soumise influe beaucoup sur la quantité et sur la nature du gaz produit. L'expérience a montré que la température la plus convenable est le *rouge-cerise vif*. A une température trop basse ou élevée trop lentement, une partie du goudron se volatilise sans décomposition et se condense dans le premier réfrigérant sans produire de gaz. Si la température est trop élevée, le gaz hydrogène bi-carboné dépose une partie de son carbone en touchant les parois trop échauffées de l'appareil et il devient moins éclairant.

Toutes les espèces de houille ne donnent pas la même quantité de gaz. Le *cherry-coal*, ou la houille de Newcastle, qui est surtout employée en Angleterre, donne environ trois cent vingt litres de gaz par kilogramme ; la qualité moyenne du charbon anglais n'en fournit guère cependant que deux cent dix litres. La houille dure de Mons, qui est employée dans le Nord de la France, donne de deux cents à deux cent

soixante litres d'un gaz d'une assez grande pureté. La houille grasse de Saint-Étienne en fournit de deux cents à deux cent soixante-dix litres, mais elle contient beaucoup de principes sulfureux qui altèrent la qualité du gaz obtenu.

Les produits de la décomposition de la houille sont très nombreux. Au moment où il sort de la cornue, le mélange gazeux renferme les composés suivants : hydrogène bi-carboné — hydrogène proto-carboné — hydrogène pur — oxide de carbone — acide carbonique — hydrogène sulfuré — sulfure de carbone — sels ammoniacaux — huiles empyreumatiques — goudron — et divers carbures d'hydrogène volatils. Quand il est mêlé à ces différents produits, le gaz ne présente qu'un très faible pouvoir éclairant, son odeur est infecte, il exerce sur l'économie une action fâcheuse, il attaque et noircit les métaux et les peintures dont la céruse est la base, il répand en brûlant beaucoup de fumée et fait éprouver une altération sensible aux couleurs délicates de nos étoffes. Ces différents effets sont dus à l'ammoniaque, aux huiles empyreumatiques, au sulfure de carbone, mais surtout à l'hydrogène sulfuré ou acide sulfhydrique qui, en outre des résultats fâcheux qu'il occasionne à l'état de liberté, donne naissance, lorsqu'il brûle, à de l'acide sulfureux, composé des plus nuisibles pour nos organes. Il faut donc débarrasser le gaz des produits qui le souillent, éliminer toutes les substances étrangères dont il est mêlé et ne conserver que l'hydrogène bi-carboné, le seul qui soit d'un effet utile pour l'éclairage. Voici l'ensemble des moyens employés aujourd'hui pour procéder à cette purification.

Le long du fourneau et à sa partie supérieure, où

quelquefois sur le sol, règne un large tube de fonte à moitié rempli d'eau et qui porte le nom de *barillet*. En sortant des cornues, les tubes conduisant le gaz se rendent dans le barillet et viennent plonger dans l'eau qu'il renferme. Le goudron et les sels ammoniacaux se déposent en partie dans ce premier réfrigérant, qui a en outre pour fonction d'isoler chaque cornue de telle sorte que les divers accidents qui peuvent arriver à l'une d'elles n'influent en rien sur le travail général.

La totalité du goudron n'est pas arrêtée dans le barillet et les composés ammoniacaux ne le sont qu'en partie. Pour enlever plus complétement ces produits, le gaz, en sortant du barillet, est amené par un tube de fonte dans un long système de tuyaux appelé *condenseur*. C'est une série de tubes de fonte d'un diamètre médiocre disposés verticalement et très rapprochés les uns des autres. Tous ces tubes plongent dans une boite de fonte, sous une couche d'eau de quelques centimètres. Les sels ammoniacaux se dissolvent dans l'eau, le goudron s'y condense, en même temps le gaz se refroidit en parcourant la surface étendue que présente toute la série de ces tuyaux.

Ainsi débarrassé du goudron, le gaz conserve encore l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique, le sulfure de carbone et une partie des sels ammoniacaux; c'est pour le priver de ces diverses substances qu'on le dirige, à l'aide d'un tube, dans un nouvel appareil appelé *dépurateur*.

Le dépurateur employé autrefois se composait de cuves à demi remplies d'un lait de chaux, ou chaux délayée dans l'eau, dans lesquelles venait plonger le

tube conducteur. Ce liquide absorbait l'hydrogène sulfuré en produisant du sulfure de calcium ; il s'emparait en même temps de l'acide carbonique en formant du carbonate de chaux ; enfin la chaux décomposait les sels ammoniacaux, et l'ammoniaque libre provenant de cette décomposition pouvait être ensuite absorbée à son tour en faisant passer le gaz dans une eau faiblement acidulée ; pour hâter l'absorption, on multipliait les contacts du gaz avec la lessive calcaire en imprimant de l'agitation au liquide. Ce moyen d'épuration était parfait, mais il avait l'inconvénient d'augmenter la pression dans les cornues ; il était difficile en outre de se débarrasser des liquides provenant de l'opération ; il fut abandonné et l'on purifia le gaz en le faisant passer dans de vastes caisses de fonte remplies de foin ou de mousse saupoudrée, couche par couche, de chaux éteinte. L'épuration put s'effectuer ainsi sans provoquer de pression dans les appareils. Aujourd'hui dans la plupart des usines, la dépuration s'opère au moyen de grandes caisses de fonte ou de tôle, divisées en deux compartiments par un diaphragme vertical ; dans chaque compartiment on place quatre ou cinq claies ou tamis de fer sur lesquelles on répand de la chaux éteinte en poudre, en couche de huit à dix centimètres. Le gaz arrive par la partie inférieure de l'un des compartiments et sort par la partie inférieure de l'autre : il est forcé ainsi de se tamiser deux fois à travers plusieurs couches de chaux. Chacune des caisses est fermée par un couvercle dont les bords plongent dans une gorge remplie d'eau, afin d'obtenir une occlusion complète et d'empêcher le gaz de s'échapper à travers

les jointures du couvercle. Quand on veut vider la chaux qui a servi à l'épuration et la remplacer par de nouvelle, ce couvercle est enlevé ou reposé à l'aide d'une chaîne qui passe sur une poulie et s'enroule sur un treuil.

L'épuration au moyen de la chaux, telle qu'on l'exécute aujourd'hui dans la plupart des usines de Paris, n'est pas complète; le gaz conserve du sulfhydrate d'ammoniaque, et de plus un peu d'ammoniaque mise en liberté par la chaux; en outre, la chaux provenant de l'épuration exhale une odeur infecte qui incommode le voisinage lorsqu'on vide les caisses ou quand on transporte les résidus.

M. Mallet, ancien professeur de chimie à Saint-Quentin, a imaginé en 1841 un nouveau procédé d'épuration qui permet d'obvier à ces divers inconvénients. Ce procédé consiste à employer des dissolutions de sels de peu de valeur, tels que le sulfate de fer ou le chlorure de manganèse qui reste comme résidu de la fabrication du chlore. Le gaz vient se laver dans ces liqueurs qui le dépouillent de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Il s'opère entre les sels métalliques d'une part, et d'autre part entre l'hydrogène sulfuré et les sels ammoniacaux, une double décomposition; il se forme un sulfate ou un hydrochlorate d'ammoniaque soluble, et il se précipite du sulfure et du carbonate de fer ou de manganèse. L'opération s'exécute d'une manière méthodique. La dissolution saline est placée dans trois vases de fonte ou de tôle communiquant entre eux au moyen d'un tube. Les dissolutions sont de force inégale: la première et la seconde, provenant d'une opération an-

térieure, ont déjà servi à épurer le gaz et sont en partie saturées; la troisième, destinée à compléter le lavage, n'a pas encore servi, et jouit par conséquent de toute son action : au bout d'un certain temps, la saturation étant achevée dans le premier laveur, on en retire le liquide, qu'on remplace par celui du second; dans celui-ci, on met la dissolution provenant du troisième laveur, qui reçoit enfin une nouvelle quantité de chlorure de manganèse ou de sulfate de fer.

Le procédé de M. Mallet est appliqué à Saint-Quentin et à Roubaix; il a été l'objet d'un rapport favorable de M. Dumas à l'Académie des sciences. La pratique a montré en effet que ce moyen de lavage permet de débarrasser entièrement le gaz de l'hydrogène sulfuré et de l'ammoniaque. Par suite de l'absence des produits ammoniacaux dans le gaz purifié, les appareils qui servent à le conserver se détériorent moins rapidement; la consommation de la chaux se trouve diminuée; enfin le prix des sels ammoniacaux recueillis compense les frais de l'opération. Quoique très favorablement accueillie par les savants, cette méthode de purification de gaz n'a cependant jamais été mise en usage à Paris, en raison de la difficulté que présente dans les usines le maniement des liquides, et de l'augmentation de pression qui en résulte dans les appareils.

M. de Cavaillon a récemment consacré avec succès le plâtre humide à l'épuration du gaz de l'éclairage. Le plâtre provenant des platras retirés des vieux enduits abattus dans les démolitions, est mis en poudre, réduit en pâte avec de l'eau et placé sur des claies de fer ou d'osier dans un épurateur de la forme ordinaire. Le sulfate de chaux qui constitue le plâtre,

enlève au gaz le carbonate d'ammoniaque par une double décomposition chimique; il se fait du carbonate de chaux insoluble et de sulfate d'ammoniaque qui reste dissous dans l'eau. Le plâtre qui a servi à l'épuration est mis à part pour en retirer le sulfate d'ammoniaque dont le prix est assez élevé. Il suffit de lessiver ces résidus avec de l'eau, celle-ci se charge du sulfate d'ammoniaque; il ne reste plus qu'à évaporer cette liqueur pour obtenir le sel cristallisé. Mille kilogrammes de houille soumis à la distillation fournissent, selon M. Payen, six kilogrammes de sulfate d'ammoniaque. Cependant le gaz n'est pas dépouillé par ce moyen de l'hydrogène sulfuré; il faut donc le débarrasser de ce produit en le faisant passer dans un second épurateur contenant de la chaux. Ce procédé d'épuration est mis en usage à Paris dans l'usine de la *Compagnie française.*

Un nouveau moyen d'épuration du gaz de l'éclairage, fondé sur un ensemble très curieux de réactions chimiques, commence à être mis en usage en Angleterre et dans quelques usines de Paris. Ce procédé consiste dans l'emploi, sous forme sèche, de certains composés ou sels métalliques. Le gaz arrive dans un premier épurateur contenant du chlorure de calcium destiné à lui enlever, par une double décomposition chimique, le carbonate d'ammoniaque. Il passe ensuite dans un second épurateur qui renferme un mélange d'oxyde de fer et de carbonate de chaux, divisé par de la sciure de bois. L'hydrogène sulfuré du gaz de l'éclairage est transformé en sulfure par l'oxyde de fer. Mais le sulfure de fer ainsi produit étant abandonné quelques

heures au contact de l'air, s'y change en sulfate par l'absorption de l'oxygène atmosphérique. Ce sulfate de fer décompose alors le carbonate de chaux qui fait partie du mélange, et par suite d'une réaction chimique bien connue, il se produit du sulfate de chaux et de l'oxyde de fer. Ainsi l'oxyde de fer, transformé d'abord en sulfure, peut se régénérer et servir un très grand nombre de fois à priver le gaz de son hydrogène sulfuré. Ce procédé, curieux en ce qu'il offre une série d'applications remarquables des faits purement chimiques, appartient à M. Lamming, chimiste anglais, qui l'exploite en Angleterre. L'usine de la *Compagnie de Belleville* l'emploie depuis quelque temps à Paris avec beaucoup de succès.

Purifié par l'un des moyens qui viennent d'être rapportés, le gaz de l'éclairage se rend dans le *gazomètre*, ou réservoir destiné à le contenir avant sa distribution. Cet appareil se compose de deux parties : la cuve destinée à recevoir de l'eau, et la cloche dans laquelle le gaz est emmagasiné.

En France, les cuves sont creusées dans le sol, bâties en maçonnerie solide, et revêtues d'un enduit imperméable à l'eau. En Angleterre et en Belgique, où le fer est à bas prix, ce sont des bassins circulaires formés de plaques de fonte assemblées avec des boulons. Construites de cette manière, les cuves peuvent être visitées de tous les côtés, et l'on peut réparer les fuites aussitôt qu'elles se manifestent. La cloche est toujours formée de plaques de forte tôle; elle est recouverte d'une couche épaisse de goudron.

Il est essentiel que la cloche du gazomètre puisse

facilement s'élever et descendre afin que le gaz qui s'y trouve contenu ne soit pas soumis à une trop forte pression ; car cette pression, en se propageant dans tout l'appareil et même jusqu'aux cornues, pourrait provoquer des fuites de gaz ou modifier la décomposition de la houille. Le mode adopté pour la suspension du gazomètre consiste ordinairement dans une chaîne adaptée à la cloche qui, glissant sur deux poulies, est munie à son extrémité de poids en fonte en quantité suffisante pour faire à peu près équilibre au gazomètre. Le poids de la chaîne et celui de la cloche sont calculés de manière que l'équilibre subsiste toujours à mesure que la cloche, sortant de l'eau et par conséquent augmentant de poids, puisse diminuer de poids dans le même rapport à l'aide de la portion de chaîne qui s'enroulant sur les deux poulies, vient passer du côté des contrepoids de fonte, et s'ajouter ainsi à leur poids primitif.

En sortant du gazomètre, le gaz est amené par un large tuyau aux conduits de distribution. Les tuyaux de conduite à la sortie de l'usine présentant une large capacité, sont toujours de fonte ; ceux qui servent aux embranchements peuvent être de plomb ou de tôle bituminée. Les tubes de verre ou de poterie présentent des avantages dans certaines localités. Les tubes d'un petit diamètre qui servent à introduire le gaz dans l'intérieur des maisons sont toujours de plomb.

Les becs employés pour la combustion du gaz de l'éclairage offrent en général la forme suivante : l'extrémité du tube conducteur se bifurque et amène le gaz dans un double cylindre creux aboutissant à une petite couronne métallique percée de trous qui don-

nent issue au gaz. L'air passe à la fois à l'extérieur et à l'intérieur de la couronne métallique et se trouve ainsi mis en contact par un très grand nombre de points avec le jet de gaz dont il doit déterminer la combustion. Cette disposition, déjà ancienne, est connue sous le nom de *système d'Argand*. Les trous destinés à donner issue au gaz ont de un quart à un demi-millimètre de diamètre. Ils sont ordinairement au nombre de vingt et dépensent de 120 à 150 litres de gaz par heure. Le bec porte une galerie sur laquelle on pose une cheminée de verre qui favorise la combustion en provoquant un tirage. Les becs qui servent à l'éclairage des rues sont de petits tubes épais à bouts sphéroïdes portant une fente étroite; le gaz, sortant en lame mince à travers cette fente, produit une flamme à surface développée qui imite à peu près la forme de l'aile d'un papillon.

A l'origine, les compagnies basaient la vente du gaz sur la durée de l'éclairage. Mais ce système était défavorable pour elles en ce que l'abonné pouvait clandestinement prolonger le temps de son éclairage, ou bien consommer une trop grande quantité de gaz, en employant, malgré les inconvénients qui en résultaient pour lui-même, une flamme de trop grandes dimensions. On a adopté maintenant d'une manière assez générale, une mesure qui satisfait à tous les intérêts. On livre le gaz à un prix déterminé pour un volume convenu. Lorsque le gaz est vendu dans ces conditions, il faut que les compagnies puissent, ainsi que le consommateur, déterminer exactement la quantité de gaz brûlé. Tel est l'objet des appareils connus sous le nom de *compteurs*. La disposition de ces appareils peut va-

rier, mais leur construction repose toujours sur le même principe. Une capacité d'une dimension connue se remplit de gaz et s'en vide alternativement ; un tuyau amène le gaz dans un auget intérieur rempli d'eau ; cet auget se soulève et lui permet de se répandre dans la partie supérieure de l'appareil, d'où il s'échappe par un tube qui le conduit aux becs ; en même temps un second auget se remplit de la même manière. Pendant tout le temps de son passage, le gaz peut donc imprimer un mouvement de rotation à une roue à laquelle les deux augets sont attachés, et au moyen de rouages communiquant avec un cadran extérieur gradué, on peut connaître le volume du gaz brûlé d'après la capacité connue des augets et le nombre de révolutions indiqué par l'aiguille du cadran.

Les détails précédents sur l'extraction du gaz de la houille rendront tout développement inutile pour ce qui concerne la préparation du gaz au moyen de l'*huile* ou de la *résine*.

Le gaz hydrogène bi-carboné, qui prend naissance par suite de la décomposition de l'*huile* ou d'autres corps gras soumis à l'action d'une température élevée, est d'une assez grande pureté, ou du moins il ne renferme aucun de ces gaz sulfurés ou de ces produits ammoniacaux qui rendent si difficile et si longue l'épuration du gaz de la houille. Tout l'appareil nécessaire pour la préparation du gaz de l'huile se réduit à la cornue, au dépurateur à la chaux destiné à absorber l'acide carbonique, et au gazomètre. Dans la cornue, qui est d'ailleurs la même que celle qui sert à la préparation du gaz de la houille, on place des

fragments de coke. Ce coke n'est point destiné à produire une action chimique ; il sert seulement à diviser l'huile qui tombe dans la cornue, et à faciliter sa décomposition par la chaleur en multipliant les surfaces de contact. L'huile se répand dans la cornue au moyen d'un tuyau communiquant avec un réservoir supérieur dont le niveau reste constant ; arrivée dans la cornue, elle se trouve en contact avec le coke porté au rouge, et se décompose en donnant naissance à du gaz hydrogène bi-carboné, et à une petite quantité d'oxide de carbone et d'acide carbonique. Le gaz, s'échappant par un tube, vient plonger dans un réservoir où il dépose la majeure partie de l'huile non décomposée qu'il avait entraînée avec lui ; il passe de là dans l'épurateur qui le dépouille de son acide carbonique et il se rend enfin dans le gazomètre.

Le gaz obtenu par la décomposition de l'huile jouit d'un pouvoir éclairant trois fois supérieur à celui du gaz de houille. Cependant, en dépit de cette circonstance, la question économique condamne absolument son emploi. Le prix élevé des matières grasses dans la plupart des pays, ne permet point de tirer parti de ce procédé qui ne laisse aucun produit secondaire susceptible de couvrir, comme le coke, une partie de l'achat de la matière première. Pour diminuer l'inconvénient résultant du prix élevé de l'huile, on a essayé de distiller directement les graines oléagineuses elles-mêmes, mais on n'a obtenu, comme il était facile de le prévoir, que de très mauvais résultats. Les graines végétales produisent, en se décomposant par l'action du feu, beaucoup de gaz oxide de carbone, dont le pouvoir éclairant est presque nul.

Dans certaines circonstances, lorsque des matières grasses provenant d'une fabrique, existent en abondance et comme résidus sans emploi, on peut les consacrer à la fabrication du gaz. M. D'Arcet a montré que l'on peut utiliser ainsi avec économie les eaux savonneuses qui se produisent en quantité considérable dans le désuintage des laines. La ville de Reims a été longtemps éclairée par ce procédé.

Le gaz de la *résine* s'obtient par des moyens en tout semblables aux précédents. La résine, qui existe en abondance et à très bas prix dans les contrées du nord, étant introduite à l'état de liquéfaction dans des cornues renfermant du coke incandescent, fournit un gaz très pur et qui jouit d'un pouvoir éclairant double de celui du gaz de houille.

On sait que si l'on dirige un courant de vapeurs d'eau sur du charbon porté au rouge, l'eau se trouve décomposée ; il se forme de l'acide carbonique, de l'oxide de carbone, de l'hydrogène pur et de l'hydrogène carboné. Dans un mélange gazeux ainsi formé l'hydrogène pur est le corps qui prédomine. Mais le pouvoir éclairant de l'hydrogène est presque nul et l'on ne pourrait songer à tirer parti pour l'éclairage, du gaz fourni par la décomposition de l'eau, s'il n'existait des moyens de communiquer artificiellement la propriété éclairante à un gaz naturellement dépourvu de cette propriété. Ces moyens existent et ils sont assez nombreux. La propriété éclairante d'un gaz ne tient nullement en effet à sa nature particulière, mais bien, comme l'a montré Humphry Davy, à une simple circonstance physique, c'est-à-dire au dépôt d'un corps solide dans l'intérieur de la

flamme. Le gaz hydrogène bi-carboné doit sa propriété éclairante à ce fait seul que sa combustion s'accompagne d'un dépôt de charbon, lequel restant quelque temps contenu au sein de la flamme avant d'être brûlé, s'y trouve porté à une température assez élevée pour devenir lumineux. Tous les autres gaz, tels que l'hydrogène phosphoré, qui abandonnent également pendant leur combustion une substance solide fixe, jouissent de la propriété éclairante. Il résulte de là qu'il est facile de fournir un pouvoir éclairant à un gaz qui en est naturellement dépourvu. Si l'on mélange au gaz hydrogène, par exemple, la vapeur de certains liquides très chargés de charbon, tels que l'essence de térébenthine, l'huile de schiste ou divers autres carbures d'hydrogène volatils, on peut rendre sa flamme éclairante : l'essence de térébenthine ou l'huile de schiste produisent en effet en brûlant un résidu de charbon qui, se déposant à l'intérieur de la flamme, y devient lumineux et réalise ainsi les conditions physiques nécessaires pour communiquer à un gaz la propriété lumineuse. C'est là le moyen que M. Selligue avait mis en pratique dans son usine des Batignolles pour la préparation du gaz de l'éclairage au moyen de la décomposition de l'eau. Il décomposait l'eau dans une cornue au moyen du charbon de bois; les gaz, ainsi obtenus, venaient ensuite se mêler avec des vapeurs d'huile de schiste. Cependant la préparation du gaz au moyen de l'eau ne pouvait donner, avec les appareils employés par M. Selligue, des résultats avantageux au point de vue économique, et M. Selligue lui-même avait fini par y renoncer.

Des dispositions beaucoup plus convenables pour la préparation du gaz provenant de la décomposition de l'eau, ont été imaginées et sont employées aujourd'hui à Paris par M. Gillard. Par les procédés ingénieux et nouveaux imaginés par cet habile industriel, la préparation du gaz extrait de l'eau présente aujourd'hui des conditions extrêmement avantageuses, et le système qu'il a créé nous paraît constituer le progrès le plus sérieux que l'éclairage par le gaz ait reçu depuis un grand nombre d'années.

M. Gillard décompose l'eau dans des cornues de fonte à l'aide du charbon de bois. La vapeur d'eau provenant d'une chaudière est dirigée dans l'intérieur de la cornue à l'aide d'un tube qui s'étend le long de toute sa capacité; ce tube est percé de trous très petits qui donnent issue à la vapeur et la mettent en contact avec le charbon incandescent. L'hydrogène pur est le produit principal qui prend naissance pendant la décomposition de l'eau dans les appareils de M. Gillard. Les rapports entre l'hydrogène et l'oxide de carbone sont, en effet, dans la proportion de 92 du premier sur 8 du second. La quantité d'acide carbonique produit est très faible. Aussi l'épuration du gaz est-elle fort simple; il suffit d'amener le gaz dans un dépurateur contenant de la chaux pour le priver de l'acide carbonique; il se rend ensuite au gazomètre. Pour lui communiquer le pouvoir éclairant qui lui manque, on interpose au milieu de la flamme un petit cylindre formé par un réseau de fils de platine très fins. La présence de ce corps étranger au milieu du gaz en combustion réalise les conditions physiques nécessaires pour provoquer l'effet lumineux; le *corbillon* de platine rem-

plit, dans le gaz hydrogène pur, le même effet physique que produit, dans la flamme de l'hydrogène bi-carboné, le dépôt de carbone dont sa combustion s'accompagne. La combustion du gaz de l'eau présente ce fait assez curieux que la flamme est à peu près invisible et qu'on aperçoit seulement le réseau de platine porté au rouge-blanc et qui répand le plus vif éclat. Aussi la lumière n'est-elle pas sujette à vaciller, et elle reste immobile même au milieu d'un courant d'air.

Le gaz provenant de la décomposition de l'eau est d'une pureté extrême ; il ne renferme aucun de ces produits sulfurés contenus trop souvent dans le gaz de la houille et dont les effets sont si nuisibles pour les métaux précieux. Aussi ce mode d'éclairage a-t-il été récemment adopté dans les ateliers et les magasins de M. Christofle pour la dorure et l'argenture galvanique des métaux. Le gaz est préparé dans la fabrique même, car tout l'appareil n'exige qu'un petit emplacement.

En résumé les moyens nouveaux imaginés par M. Gillard pour l'extraction du gaz de l'eau constituent une découverte intéressante et qui mérite d'être encouragée. Il reste seulement à vider la question du prix de revient qui ne nous paraît pas encore suffisamment tranchée en sa faveur.

Il nous reste à dire quelques mots du *gaz portatif* comprimé et non comprimé. Dans les premières années de l'emploi du gaz on redoutait beaucoup les frais considérables qu'entraîne la *canalisation*, c'est-à-dire la distribution du gaz au moyen de canaux souterrains ; on craignait de ne jamais couvrir les dépenses que nécessitent la disposition et l'achat des tuyaux. On

eut donc l'idée de réduire le gaz à un petit volume en le comprimant à une pression considérable dans des réservoirs que l'on pouvait transporter facilement. Mais les désavantages de ce système ne tardèrent pas à se manifester. La difficulté de comprimer le gaz à trente atmosphères sans amener de fuites, l'impossibilité d'obtenir pendant la combustion un écoulement de gaz constant, de manière que les dimensions de la flamme restassent les mêmes, enfin le danger qui se rattachait à l'emploi de semblables appareils, obligèrent d'y renoncer. M. Faraday a fait voir, en outre, que la compression du gaz donne toujours naissance à divers carbures d'hydrogène liquides qui se forment aux dépens du gaz lui-même et amènent ainsi une perte notable de produit. Les établissements fondés à Paris pour l'exploitation du gaz comprimé ont depuis longtemps cessé leurs opérations.

M. Houzeau-Muiron, de Reims, a imaginé, depuis cette époque, de transporter à domicile le gaz *non comprimé* dans d'immenses voitures de tôle mince contenant de grandes outres élastiques et imperméables, munies d'un robinet et d'un tuyau. Quand il s'agit de distribuer le gaz au consommateur, le conducteur de la voiture fait agir une petite manivelle placée à l'extérieur; la manivelle serre des courroies qui compriment l'outre et chassent le gaz dans le gazomètre des particuliers. Ce système est en usage à Paris sur de petites proportions. L'usine pour la préparation du gaz non comprimé est établie rue de Charonne. C'est le gaz de la résine ou de l'huile que l'on y prépare, en raison de la supériorité de leur pouvoir éclairant; ce système a été aussi quelque temps

adopté à Rouen, à Marseille, à Sedan et à Reims. Cependant il ne présente évidemment aucun avantage particulier. Le gazomètre dont chaque consommateur doit être muni occupe une place considérable et sa marche est difficile à régler. En outre le gaz non comprimé ne peut présenter, sous le rapport économique, aucune supériorité sur le système établi pour le gaz de la houille qui, chassé dans les tuyaux sous une faible pression, ne coûte aucun frais de transport. On peut dire sous le rapport de l'économie que l'on peut espérer de l'éclairage avec le gaz non comprimé ce que disait M. Dumas à propos du gaz comprimé : « L'économie revient à peu près à celle qu'on pourrait attendre en remplaçant par des porteurs d'eau, les tuyaux principaux de conduite que l'on établit à grands frais dans toutes les rues. »

Nous avons décrit l'ensemble des procédés qui servent à la préparation du gaz de l'éclairage au moyen des différentes substances qui peuvent s'appliquer à cet emploi. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que le gaz de la houille est le plus communément en usage. Le gaz de l'huile et de la résine se préparent dans un petit nombre d'usines, et le gaz extrait de l'eau, destiné sans aucun doute à un avenir beaucoup plus sérieux, est encore d'une origine trop récente pour avoir pris une grande extension. En Angleterre, en France et en Belgique, le gaz de houille est à peu près uniquement employé.

La quantité de gaz consommée dans Paris en 1846, a été estimée à vingt-cinq millions de mètres cubes, qui ont été produits par environ cent mille tonnes de houille. On évalue à quatre-vingt-cinq mille

le nombre des becs qui servent dans cette ville à l'éclairage public et particulier. Chaque bec brûle en moyenne 150 litres de gaz par heure, et produit une lumière égale à une fois et demie celle d'une lampe Carcel.

Chercher à démontrer la supériorité de l'éclairage au moyen du gaz sur les anciens systèmes d'éclairage, ce serait évidemment vouloir plaider une cause depuis longtemps gagnée. Nous nous bornerons donc à rappeler quelques chiffres qui donneront la mesure de cette supériorité.

Il est reconnu qu'un bec à gaz, de la dimension adoptée par les compagnies, et qui est équivalent à un fort bec d'Argand, consomme par heure, terme moyen, 140 litres de gaz de houille, 58 à 60 litres de gaz de résine et 34 litres seulement de gaz de l'huile. D'où il résulte que, pour une soirée d'hiver commençant à quatre heures et finissant à onze, un bec consume : 1,120 litres de gaz de houille, 464 à 480 litres de gaz de résine, et 272 litres de gaz de l'huile. Or, d'après M. Peclet, le prix d'une heure d'éclairage, à lumière égale, en prenant pour terme de comparaison la lampe Carcel qui brûle 42 grammes d'huile à l'heure, revient à Paris, savoir :

Celle obtenue	de la chandelle	des 12 au kilogramme....	à	9 centimes	80.
		des 16 —		12	»
	de la bougie des 10 au kilogramme.........			58	60.
	de l'huile, dans l'appareil le plus avantageux.			5	80.
	du gaz de l'huile ou de la houille			3	90.

Il résulte de là que la lumière fournie par les bougies de cire est 16 fois plus chère que celle du gaz, et que l'éclairage par le gaz présente une économie de

près de moitié sur l'éclairage à l'huile, et des deux tiers sur celui du suif ou de la chandelle. Ajoutons que les chiffres donnés ici par M. Peclet sont encore beaucoup au-dessous de la vérité, car ce physicien base son calcul sur le prix de 72 centimes le mètre cube, prix trop élevé, attendu que les compagnies de gaz de Paris le livrent aujourd'hui aux consommateurs à 45 centimes le mètre cube.

Ce n'est pas seulement sous le rapport de l'économie que l'éclairage au moyen du gaz offre des avantages marqués ; son emploi met à l'abri d'un grand nombre d'inconvénients inséparables des anciens modes d'éclairage. Les chances multipliées d'extinction que présentaient autrefois les réverbères alimentés par l'huile, telles que la gelée, l'agitation de l'atmosphère, le défaut de mèches ou le mauvais entretien de l'appareil, n'existent plus avec le gaz. Dans l'intérieur des maisons, il permet d'éviter les ennuis du soin et de l'entretien des lampes, et les pertes qu'occasionne trop souvent la mauvaise qualité du combustible. Il offre aussi moins de chances d'incendie, surtout dans les ateliers dans lesquels le nettoyage des lampes ou le coupage des mèches pendant leur ignition, provoquent des accidents fréquents par suite de la négligence des ouvriers.

Cependant la fixité obligée des appareils à gaz présente, dans l'intérieur des habitations, un inconvénient capital qui annule presque tous les avantages de ce mode d'éclairage pour l'usage privé. Cette circonstance donne un prix particulier aux divers systèmes d'éclairage proposés depuis quelques années à l'aide de certains liquides combustibles. Et si l'on nous permet en ter-

minant une courte digression qui ne s'éloigne pas trop de notre sujet, nous ajouterons que l'*alcool térébenthiné*, improprement connu à Paris sous le nom de *gazogène*, était digne, à ce point de vue, de la plus sérieuse attention. La blancheur et l'éclat de la flamme fournie par ce liquide, l'absence de fumée et d'odeur, la constance et l'invariabilité de la lumière qu'il émet pendant toute la durée de sa combustion, sont des conditions qui assurent à l'emploi de ce liquide une grande supériorité. Sans pouvoir rivaliser d'une manière absolue avec le gaz sous le rapport de l'économie, il l'emporte de beaucoup à cet égard sur l'éclairage à l'huile et obligerait, sans aucun doute, les compagnies de gaz à abaisser leur prix. Malheureusement cette industrie intéressante a été étouffée à sa naissance par les susceptibilités du fisc. Le dégrèvement des droits sur l'alcool dénaturé a été vainement réclamé jusqu'ici. Sous le dernier gouvernement, les chambres avaient admis le principe de cette réclamation, en laissant seulement à l'administration le soin d'établir, par un réglement, les conditions et les bases de la dénaturation de l'alcool destiné aux arts et à l'industrie. Mais l'administration trouva insuffisants tous les moyens proposés de dénaturation. Il est cependant démontré jusqu'à l'évidence qu'un grand nombre de procédés permettraient de dénaturer l'alcool térébenthiné de manière à rendre rigoureusement impossible la revivification de l'alcool pour le faire servir à la boisson. Espérons que l'Assemblée législative, dans la discussion qui doit s'ouvrir à propos de l'enquête sur l'impôt des boissons, prendra en considération sérieuse cette question qui touche de près la

prospérité du pays. Le dégrèvement des alcools dénaturés permettrait à cette industrie de prendre un très grand développement et imprimerait ainsi à la fabrication de l'alcool une extension considérable. Les départements viticoles y trouveraient pour leurs produits un important débouché, les parties de la France qui préparent diverses matières propres à la fabrication de l'alcool, telles que le vin, la betterave, la pomme de terre, recueilleraient également de l'adoption de cette mesure un bénéfice sérieux. On sait d'ailleurs que les huiles et les suifs indigènes ne suffisent point à notre consommation, et que l'importation de ces produits étrangers se fait chez nous dans une grande proportion; on ne nuirait donc pas à l'agriculture nationale en permettant aux mélanges alcooliques de se substituer aux matières premières d'éclairage que nous tirons de l'étranger. L'éclairage au gaz a reçu en Angleterre des encouragements puissants, dans le but de favoriser l'industrie des houilles qui constituent la richesse du sol anglais. La propriété viticole est la véritable et la plus positive richesse de la France; il serait donc de l'économie politique la mieux entendue de ne négliger aucun des moyens de favoriser son développement et ses progrès.

LA PLANÈTE LE VERRIER.

La science, comme la guerre, a ses actions d'éclat. L'histoire des travaux de l'esprit humain nous fournit quelques exemples de ces sortes de hauts faits scientifiques dans lesquels la grandeur de la découverte, l'imprévu de ses résultats, l'étendue de ses conséquences, les difficultés qui l'environnaient, tout semble se réunir pour confondre l'esprit du vulgaire et arracher à l'homme éclairé un cri d'enthousiasme. Telle fut l'impression que produisirent en 1687 les recherches de Newton, résumées dans son immortel ouvrage *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. Lorsque, étendant les lois de la gravitation à toutes les particules matérielles de l'univers, ce grand géomètre démontra pour la première fois que les astres circulant dans leur orbite et les corps qui tombent à la surface de la terre, obéissent à une commune loi, ce fut, selon l'expression de M. Biot, avec une admiration qui tenait de la stupeur, que l'on vit de tels sujets et en si grand nombre soumis au calcul par un seul homme. C'est avec un sentiment à peu près sem-

blable qu'a été accueillie de nos jours la découverte de l'*éthérisation* qui est venue réaliser en un moment le rêve de vingt siècles. De tels triomphes sont utiles, et presque nécessaires pour entretenir la juste considération que l'on doit aux sciences. Nous sommes très disposés sans doute à confesser toute l'importance des recherches scientifiques, mais il n'est pas hors de propos que, par intervalles, quelques faits irrécusables viennent justifier cette confiance en quelque sorte instinctive, et nous fournir un témoignage visible de l'utilité de certains travaux dont les applications sont difficiles à apprécier au premier aperçu. Rien n'a mieux servi à ce titre les intérêts et l'honneur des sciences que la découverte de la planète Le Verrier. L'histoire conserve avec orgueil les noms de quelques astronomes heureux qui reconnurent dans le ciel l'existence de planètes jusqu'alors ignorées; mais ces découvertes n'avaient en elles-mêmes rien d'inusité ni d'insolite, elles ne sortaient pas du cadre de nos moyens habituels d'exploration, le perfectionnement des instruments d'optique y joua le premier et quelquefois l'unique rôle. Les planètes Uranus, Cérès, Pallas, Vesta, Junon, Astrée et les autres petites planètes, ont été reconnues en étudiant avec le télescope les diverses plages célestes. C'est par une méthode différente et bien autrement remarquable que M. Le Verrier a procédé. Il n'a pas eu besoin de lever les yeux vers le ciel, et sans autre secours que le calcul, sans autre instrument que sa plume, il a annoncé l'existence d'une planète nouvelle qui circule aux confins de notre univers, à douze cents millions de lieues du soleil. Et non seulement il a constaté son existence, mais il a déterminé sa situa-

tion absolue et les dimensions de son orbite, évalué sa masse, réglé son mouvement et assigné sa position à une époque déterminée ; de telle sorte que sans avoir une seule fois mis l'œil à une lunette, sans avoir jamais observé lui-même et probablement parce qu'il n'avait jamais observé, il a pu dire aux astronomes : « A tel jour, à telle heure, braquez vos télescopes vers » telle région du ciel, vous apercevrez une planète » nouvelle. Aucun œil humain ne l'a encore aperçue, » mais je la vois avec les yeux infaillibles du calcul. » Et l'astre fut reconnu précisément à la place indiquée par cette prophétie extraordinaire. Voilà ce qui fait la grandeur et l'originalité admirable de cette découverte, positivement unique dans l'histoire des sciences.

Mais ce n'est pas seulement comme un moyen de grandir aux yeux du monde l'autorité des sciences, que la découverte de M. Le Verrier se recommande à notre attention. Elle est appelée à exercer sur l'avenir de l'astronomie une influence des plus sérieuses, et nous nous attacherons à faire comprendre la direction nouvelle qu'elle doit imprimer à ses travaux. Personne n'ignore d'ailleurs que la découverte de notre compatriote a soulevé en Angleterre une discussion de priorité assez vive. La publication récente du travail original de l'astronome anglais permet de résoudre cette question d'internationalité scientifique qui a sérieusement occupé les savants des deux côtés du détroit. Ajoutons enfin qu'il n'est pas hors de propos d'examiner et de réduire à leur juste valeur certaines critiques que le travail de M. Le Verrier a provoquées parmi nous. Il est si facile, en ces matières, de surprendre et d'égarer l'opinion publique, que, sur la foi

de ces discussions, bien des personnes s'imaginent aujourd'hui que la découverte de M. Le Verrier s'est évanouie entre ses mains et que sa planète a disparu du ciel. On est presque honteux d'avoir de telles présomptions à combattre; cependant il importe à l'honneur scientifique de notre pays de couper court sans retard à une erreur si grossière. L'histoire de cette découverte et des moyens qui ont servi à l'accomplir suffiront à rétablir la vérité.

CHAPITRE PREMIER.

Histoire de la découverte de la planète Le Verrier.

L'observation attentive du ciel fait reconnaître l'existence de deux sortes d'astres; les uns en multitude innombrable sont invariablement fixés à la voûte céleste et conservent entre eux des relations constantes de position, ce sont les étoiles; les autres, en très petit nombre, se montrent toujours errants dans le ciel, ce sont les planètes. Le déplacement n'est pas le seul moyen qui permette de distinguer les planètes des étoiles; en général les planètes se reconnaissent à une lumière, quelquefois moins vive, mais tranquille et non vacillante; elles ne scintillent pas comme les étoiles; enfin, à l'aide des instruments, on leur reconnaît un disque ou un diamètre sensible, tandis que les étoiles ne se présentent dans nos lunettes que

comme des points sans dimension appréciable. On compte aujourd'hui vingt-une planètes et vingt-deux en y comprenant la terre. Cinq ont été connues de toute antiquité, ce sont Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Les autres ne peuvent s'apercevoir qu'à l'aide du télescope, aussi leur découverte est-elle postérieure à l'époque de la construction et du perfectionnement des instruments d'optique. Lorsque William Herschel eut construit, à la fin du dix-huitième siècle, ses gigantesques télescopes, il put pénétrer dans l'espace à des profondeurs jusque-là inaccessibles aux yeux des hommes; la première découverte importante qu'il réalisa par ce moyen fut celle de la planète Uranus.

Le 13 mars 1781, Herschel étudiait les étoiles *des Gémeaux*, lorsqu'il remarqua que l'une des étoiles de cette constellation, moins brillante que ses voisines, paraissait offrir un diamètre sensible. Deux jours après l'astre avait changé de place. Herschel ne s'arrêta pas d'abord à l'idée que cet astre nouveau pourrait être une planète; il le prit simplement pour une comète et il l'annonça sous ce titre aux astronomes. On sait que l'orbite que les comètes décrivent est en général une parabole, tandis que les planètes parcourent une ellipse presque circulaire dans leur révolution autour du soleil. Après quelques semaines d'observation, on se mit à calculer l'orbite suivie par la prétendue comète; mais l'astre s'écartait rapidement de chaque parabole à laquelle on prétendait l'assujettir. Enfin quelques mois après, un français amateur d'astronomie, le président de Saron reconnut le premier que le nouvel astre était situé bien au delà de Saturne et que son

orbite était sensiblement circulaire. Dès lors il n'y avait pas à hésiter; ce n'était pas une comète, c'était bien réellement une planète circulant autour du soleil à une distance à peu près double du rayon de l'orbe de Saturne.

Dès que l'existence de la nouvelle planète fut bien constatée, on s'occupa de déterminer avec précision les éléments de son orbite. Avec les moyens dont l'astronomie dispose de nos jours, l'orbite d'Uranus aurait été calculée quelques jours après sa découverte et avec très peu d'erreur. Mais les méthodes mathématiques étaient loin de permettre encore de procéder avec tant de sûreté et de promptitude. Ce ne fut qu'un an plus tard que Lalande put la calculer au moyen d'une méthode dont il était l'auteur.

Mais l'observation de la marche d'Uranus montra bientôt qu'il était loin de suivre l'orbite assignée par Lalande. On chercha donc à corriger les erreurs introduites dans ses calculs en tenant compte des actions connues en astronomie sous le nom de *perturbations planétaires*. Les lois de Képler permettent, comme on le sait, de fixer d'avance l'orbite d'un astre lorsque l'on a déterminé un petit nombre de fois sa position dans le ciel. Cependant les lois de Képler ne sont pas exactes d'une manière absolue; elles ne le seraient que si le soleil agissait seul sur les planètes. Or la gravitation est universelle, c'est-à-dire que chaque planète est constamment écartée de la route que lui tracent les lois de Képler, par les attractions qu'exercent sur elle toutes les autres planètes. Ces écarts constituent ce que les astronomes désignent sous le nom de *perturbations planétaires*. Leur petitesse fait

qu'elles ne deviennent sensibles que par des mesures très délicates, mais les perfectionnements des moyens d'observation les ont rendues, depuis Képler, très facilement appréciables. Dès les premiers temps de la découverte d'Uranus, on reconnut l'influence qu'exerçaient sur lui les perturbations de Jupiter et de Saturne, et grâce aux progrès de la mécanique des corps célestes créée par Newton, grâce aux travaux de ses successeurs, Euler, Clairault, d'Alembert, Lagrange et Laplace, on put calculer les mouvements d'Uranus, en ayant égard non seulement à l'action prépondérante du soleil, mais encore aux influences perturbatrices des autres planètes. On put ainsi construire l'*éphéméride* d'Uranus, c'est-à-dire l'indication des positions successives qu'il devait occuper dans le ciel. L'Académie des sciences proposa cette question pour sujet de prix en 1790. Delambre, appliquant les théories de Laplace au calcul de l'orbite d'Uranus, construisit les tables de cette planète. Mais l'inexactitude des tables de Delambre ne tarda pas à être démontrée par l'observation directe et il fallut en construire de nouvelles. Ce travail fut exécuté en 1821 par Bouvard.

En dépit de toutes ces corrections, Uranus continua de s'écarter de la voie que lui assignait la théorie. L'erreur allait tous les jours grandissant, enfin la *planète rebelle*, comme on l'appela, n'avait pas encore terminé une de ses révolutions que l'on perdait tout espoir de représenter ses mouvements par une formule rigoureuse.

Les astronomes ne sont pas habitués à de pareils mécomptes, cette discordance les préoccupa vivement. Pour une science aussi sûre dans ses procédés, c'était

là un fait d'une gravité extraordinaire. Aussi eût-on recours pour expliquer cette dissidence à toutes les hypothèses possibles. On songea à l'existence d'un certain fluide hypothétique répandu dans l'espace, désigné sous le nom d'*éther*, et qui, par sa résistance, troublerait les mouvements d'Uranus; on parla d'un gros satellite qui le suivrait, ou bien d'une planète encore inconnue dont l'action perturbatrice produirait les variations observées; on alla même jusqu'à supposer qu'à la distance énorme du soleil (près de sept cents millions de lieues) où se trouve Uranus, la loi de la gravitation universelle pourrait perdre quelque chose de sa rigueur; enfin, une comète n'aurait-elle pu troubler brusquement la marche d'Uranus? Mais ces diverses hypothèses ne furent appuyées d'aucune considération sérieuse et personne ne songea à les soumettre au calcul. En cela, du reste, chacun suivait le penchant de son imagination sans invoquer d'arguments bien positifs. On ne pouvait penser sérieusement à entreprendre un travail mathématique dont les difficultés étaient immenses, dont l'utilité n'était pas établie, et dont on n'avait même pas les éléments essentiels. C'est en cet état que M. Le Verrier trouva la question.

M. Le Verrier n'était alors qu'un jeune savant assez obscur; il était simple répétiteur d'astronomie à l'École polytechnique. Cependant son habileté extraordinaire dans les hauts calculs était connue des géomètres, et les recherches qu'il avait publiées en 1840 sur les perturbations et les conditions de stabilité de notre système planétaire avaient donné une très haute opinion de son aptitude à manier l'analyse.

C'est sur cette assurance que M. Arago conseilla, en 1845, au jeune astronome, d'attaquer par le calcul la question des perturbations d'Uranus. C'était là un travail effrayant par ses difficultés et son étendue; une partie de la vie de Bouvard s'y était consumée sans résultat; mais la simplification que M. Le Verrier avait introduite lui-même dans les calculs de la mécanique céleste, devait trouver dans ces recherches une application toute tracée. D'ailleurs l'astronomie est aujourd'hui une science si avancée et si parfaite qu'elle n'offre qu'un bien petit nombre de ces grands problèmes capables de séduire l'imagination et d'entraîner les jeunes esprits; il y avait au contraire au bout de celui-ci une perspective toute brillante de gloire; M. Le Verrier se décida à l'entreprendre.

La première chose à faire c'était de reprendre dans son entier le travail de Bouvard afin de reconnaître s'il n'était pas entaché d'erreurs. Il fallait s'assurer, en remaniant les formules, en poussant plus loin les approximations, en considérant quelques termes nouveaux négligés jusque-là, si l'on ne pourrait pas réconcilier l'observation avec la théorie et expliquer, à l'aide de ces éléments rectifiés, les mouvements d'Uranus par les seules influences du soleil et des planètes agissant conformément au principe de la gravitation universelle. Telle fut la première partie du grand travail accompli par M. Le Verrier; elle fut l'objet d'un mémoire étendu qui fut présenté à l'Académie des sciences le 10 novembre 1845. L'habile géomètre établissait par un calcul rigoureux et définitif quelles étaient la forme et la grandeur des termes que les actions perturbatrices de Jupiter et de Saturne intro-

duisent dans l'expression algébrique de la position d'Uranus. Il résultait déjà de cette révision analytique, qu'on avait négligé dans le calcul des termes nombreux et très notables, dont l'omission devait rendre impossible la représentation exacte des mouvements de la planète. M. Le Verrier reconnut ainsi que les tables données par Bouvard étaient entachées d'erreurs qui viciaient l'ellipse théorique d'Uranus, à tel point que par cela seul et indépendamment de toute autre cause, les tables construites avec des éléments aussi imparfaits ne pouvaient en aucune manière concorder avec l'observation. Ainsi furent mises en évidence les inexactitudes qui affectent les calculs de Bouvard.

Cette révélation, pour le dire en passant, étonna beaucoup les astronomes, mais peut-être a-t-on trop insisté à cette époque sur les erreurs de Bouvard. Pour juger le travail de ce géomètre, il faut se rapporter à l'époque où il fut exécuté et considérer surtout que les méthodes perfectionnées dont on se sert aujourd'hui étaient encore à découvrir. Ainsi que le remarque M. Biot, Bouvard a fait tout ce que l'on pouvait faire de son temps : « On fait mieux maintenant, dit M. Biot, ces calculs après lui ; mais, sans lui, on n'aurait pas seulement à les perfectionner : le sujet manquerait ; car, sans l'assistance de Bouvard, Laplace n'aurait jamais pu étendre si loin les développements de ses profondes théories. »

Les personnes qui fréquentaient, il y a quelques années, les séances de l'Institut, ne manquaient pas de remarquer un petit vieillard négligemment vêtu et qui, toujours assis à la même place, passait

tout l'intervalle de la séance courbé sur un cahier couvert de chiffres ; c'était Bouvard, qui, selon l'expression de M. Arago, « ne cessa de calculer qu'en cessant de vivre. » Venu à Paris du fond de la Savoie, sans éducation et sans ressources, le hasard l'avait rendu témoin des travaux de l'Observatoire, et dès ce moment une véritable passion s'était développée en lui pour l'astronomie et les mathématiques. Il s'occupait d'études de ce genre avec une ardeur extraordinaire et sans trop savoir où elles le conduiraient, lorsqu'il eut l'occasion d'être mis en rapport avec Laplace. Le grand géomètre, retiré alors à la campagne, dans les environs de Melun, travaillait à la composition de sa *Mécanique céleste*. Mais il ne pouvait suffire seul aux calculs et aux déductions numériques que nécessitait cette œuvre immense. Il trouva un secours d'une valeur inestimable dans l'assistance de Bouvard, qui, dès ce moment, se dévoua à ses travaux avec une patience et une docilité infatigables. C'est grâce à l'abnégation de Bouvard et par sa collaboration assidue qui se prolongea durant sa vie entière, que Laplace put mener à fin cette œuvre de génie dont les géomètres de notre temps recueillent les bénéfices. Ainsi sans les travaux de Bouvard, les méthodes abrégées de calcul dont nos astronomes tirent un si grand parti, seraient encore à créer aujourd'hui ; il y aurait donc injustice à lui reprocher avec amertume des erreurs qui ont été le fait, moins de son esprit, que de son temps.

Les erreurs de Bouvard une fois constatées, M. Le Verrier corrigea les formules qui avaient présidé à la composition de ses tables ; il construisit ainsi des tables nouvelles et compara les nombres ainsi rectifiés

avec les données de l'observation directe. Malgré cette correction, ces tables restèrent en désaccord avec les mouvements d'Uranus. M. Le Verrier put donc conclure, mais cette fois avec toute la rigueur d'une démonstration mathématique, que la seule influence du soleil et des planètes connues était insuffisante pour expliquer les mouvements de cet astre, et que l'on ne parviendrait jamais à représenter sa marche si l'on n'avait égard à d'autres causes. Ainsi ce n'était plus désormais dans les erreurs des géomètres, mais bien dans le ciel même qu'il fallait chercher la clef des anomalies d'Uranus. Une carrière nouvelle s'ouvrait donc devant M. Le Verrier; il s'y engagea sans retard, et le 1er juin 1846, dans un mémoire que tout le monde a lu, il exposait le résultat de ses admirables calculs.

Nous avons déjà vu que, pour expliquer les anomalies d'Uranus, les astronomes avaient mis en avant un grand nombre d'hypothèses. On avait songé à la résistance de l'éther, à un satellite invisible, à une comète qui aurait passé dans le voisinage d'Uranus, à une planète encore inconnue; enfin on était allé jusqu'à redouter qu'à la distance énorme d'Uranus, la loi de la gravitation ne perdît quelque chose de sa rigueur. Au début de son mémoire, M. Le Verrier passe en revue chacune de ces hypothèses et il montre que la seule vue à laquelle on puisse logiquement s'arrêter, c'est l'existence d'une planète encore inconnue.

« Je ne m'arrêterai pas, dit-il, à cette idée que les lois de la gravitation pourraient cesser d'être rigoureuses, à la distance du soleil où circule Uranus. Ce n'est pas la première fois que, pour expliquer les ano-

malies dont on ne pouvait se rendre compte, on s'en est pris au principe de la gravitation. Mais on sait aussi que ces hypothèses ont toujours été anéanties par un examen plus profond des faits. L'altération des lois de la gravitation serait une dernière ressource à laquelle il ne serait permis d'avoir recours qu'après avoir épuisé les autres causes, et les avoir reconnues impuissantes à produire les effets observés.

» Je ne saurais croire davantage à la résistance de l'éther, résistance dont on a à peine entrevu les traces dans le mouvement des corps dont la densité est la plus faible, c'est-à-dire dans les circonstances qui seraient les plus propres à manifester l'action de ce fluide.

» Les inégalités particulières d'Uranus seraient-elles dues à un gros satellite qui accompagnerait la planète? Ces inégalités affecteraient alors une très courte période : et c'est précisément le contraire qui résulte des observations. D'ailleurs le satellite dont on suppose l'existence devrait être très gros, et n'aurait pu échapper aux observateurs.

» Serait-ce donc une comète qui aurait à une certaine époque changé brusquement l'orbite d'Uranus? Mais alors la période des observations de cette planète de 1781 à 1820 pourrait se lier naturellement, soit à la série des observations antérieures, soit à la série des observations postérieures; or, il est incompatible avec l'une et l'autre.

» Il ne nous reste ainsi d'autre hypothèse à essayer que celle d'un corps agissant d'une manière continue sur Uranus, et changeant son mouvement d'une manière très lente. Ce corps, d'après ce que nous con-

naissons de la constitution de notre système solaire, ne saurait être qu'une planète encore ignorée. »

M. Le Verrier démontre, dans la suite de son mémoire, que cette hypothèse explique numériquement tous les résultats de l'observation, et il établit d'une manière irrécusable l'existence d'une planète jusqu'alors inconnue et qui trouble par son attraction les mouvements d'Uranus. Mais par quels moyens l'illustre astronome a-t-il été conduit à un résultat si remarquable, et sur quels faits a-t-il appuyé ses calculs?

Il ne savait rien sur la masse de la planète perturbatrice ni sur l'orbite qu'elle décrivait; il était donc nécessaire d'établir quelque hypothèse qui pût servir de point de départ au calcul. Pour donner à la planète inconnue une place approximative, M. Le Verrier eut recours à une loi célèbre en astronomie. On sait que les distances des planètes au soleil sont à peu près doubles les unes des autres; cette relation purement empirique, et dont la cause physique est d'ailleurs inconnue, porte le nom de *loi de Bode* ou *de Titius*. Képler avait déjà signalé, entre les distances des planètes au soleil, un rapport de ce genre, et il avait été amené par cette remarque à indiquer entre Mars et Jupiter l'existence d'une lacune ou de ce qu'il nommait un *hiatus*. La patience et la sagacité des astronomes modernes ont confirmé cette conjecture hardie en faisant découvrir dans cet espace et aux places indiquées par la loi de Bode, les planètes Cérès, Pallas, Junon, Vesta et toute la série des petites planètes télescopiques. Comme Uranus est deux fois plus éloigné du soleil que Saturne, M. Le Verrier pensa que la nouvelle planète serait elle-même deux

fois plus éloignée du soleil qu'Uranus. Cette hypothèse lui fournit donc une première évaluation approximative de la distance de l'astre inconnu, qu'il savait d'ailleurs se mouvoir à peu près dans l'écliptique.

Ce premier résultat obtenu, il restait à fixer la position actuelle de l'astre dans son orbite avec assez de précision pour que l'on pût se mettre à sa recherche. Si la position et la masse de la planète avaient été connues, on aurait pu en déduire les perturbations qu'elle fait subir à Uranus; mais ici le problème se trouvait renversé: les perturbations étaient connues, il fallait déterminer avec cet élément la position que la planète occupait dans le ciel, évaluer sa masse, trouver la forme et la position de son orbite, et expliquer par son action les inégalités d'Uranus.

Il nous est impossible d'entrer dans aucuns détails sur la méthode mathématique suivie par M. Le Verrier, sur les calculs immenses qu'elle a nécessités, les obstacles de tout genre que cet astronome dut rencontrer, et l'habileté prodigieuse avec laquelle il les surmonta. Nous donnerons cependant une idée suffisante des difficultés que présentait l'exécution de ce travail, en disant que ces petits déplacements d'Uranus, ces perturbations qui étaient les seules données du problème, ne dépassent guère en grandeur $\frac{1}{60}$ de degré, c'est-à-dire, par exemple, le diamètre apparent de la planète Vénus, quand elle est le plus près de la terre. Bien plus, ce n'étaient pas ces perturbations mêmes qui étaient les éléments du calcul, mais leurs variations, leurs irrégularités, c'est-à-dire des quantités encore plus petites et entachées naturellement des erreurs d'observation. Ajoutons enfin que les vrais éléments de l'orbite d'Uranus

ne pouvaient être considérés eux-mêmes comme connus avec exactitude, puisqu'on les avait calculés sans tenir compte des perturbations de la planète qu'il s'agissait précisément de chercher.

M. Le Verrier triompha de toutes ces difficultés par son génie mathématique. Le 1er juin 1846, il annonçait publiquement à l'Académie des sciences ce résultat mémorable : *La planète qui trouble Uranus existe. Sa longitude au 1er janvier 1847 sera 325 degrés, sans qu'il puisse y avoir une erreur de 10 degrés sur cette évaluation.*

Cependant pour assurer la découverte matérielle de la nouvelle planète, pour en hâter l'instant, il ne suffisait pas d'avoir mathématiquement prouvé son existence et d'avoir assigné avec une certaine approximation sa position actuelle. Comme elle avait jusque-là échappé aux observateurs, il était évident qu'elle devait offrir dans les lunettes l'apparence d'une étoile et se confondre avec elles. Il fallait donc déterminer avec plus de rigueur sa position à un jour donné, c'est-à-dire le lieu du ciel vers lequel il fallait diriger le télescope pour l'apercevoir. M. Le Verrier entreprit cette nouvelle tâche. Trois mois lui suffirent pour exécuter le travail immense qu'elle nécessitait, et le 31 août 1846 il en présentait les résultats à l'Académie des sciences. L'illustre astronome donnait dans ce mémoire des valeurs plus approchées des éléments de sa planète. Il fixait sa longitude à 326 degrés $\frac{1}{2}$ au lieu de 325 et sa distance actuelle à trente-trois fois la distance de la terre au soleil, au lieu de trente-neuf, comme l'exigeait la loi empirique de Bode.

On a peine à comprendre comment une telle masse

de calculs si compliqués put être exécutée dans un si court intervalle. Mais M. Le Verrier avait intérêt à terminer son travail avant la prochaine opposition de la planète, qui devait arriver vers le 18 ou le 19 août. C'était la situation la plus favorable pour l'observer, car ensuite elle se serait projetée sur des points de l'écliptique de plus en plus rapprochés du soleil, et elle aurait alors disparu, pendant plusieurs mois, dans l'éclat de ses rayons. La recherche aurait dû être renvoyée à l'année suivante. Malgré cette hâte excessive, M. Le Verrier n'omit aucun des détails qui devaient inspirer la confiance aux astronomes et les exciter à rechercher l'astre nouveau dans la plage du ciel qu'il désignait. Il annonça que la masse de sa planète surpasserait celle d'Uranus, que son diamètre apparent et son éclat seraient seulement un peu moindres, de telle sorte que non seulement on pourrait l'apercevoir avec de bonnes lunettes, mais encore que l'on pourrait la distinguer sans peine des étoiles voisines, grâce à son disque sensible; il ajoutait enfin que, pour la découvrir, il fallait la chercher à cinq degrés à l'est de l'étoile δ du Capricorne.

Dès ce moment et de l'aveu de tous les astronomes, la planète nouvelle était trouvée. En effet, sa découverte physique ne se fit pas attendre. Le 18 septembre, M. Le Verrier annonçait ses derniers résultats à l'Observatoire de Berlin. L'un des astronomes, M. Galle, reçut la lettre le 23. Il mit aussitôt l'œil à la lunette, la dirigea vers le point indiqué, et il reconnut à cette place une petite étoile qui se distinguait par son aspect des étoiles environnantes et qui n'était pas marquée sur la carte de cette région du ciel. Il fixa aussi-

tôt sa position. Le lendemain, cette position se trouva changée et le déplacement s'était opéré dans le sens prédit : c'était donc la planète. M. Galle s'empressa d'annoncer ce fait à M. Le Verrier qui accueillit la nouvelle, avec joie sans doute, mais sans surprise ; il n'avait rien à apprendre de ce côté, la certitude mathématique lui suffisait pour prévoir ce résultat. Le 5 octobre, M. Le Verrier donna connaissance à l'Académie de l'observation de M. Galle.

Pour juger de la précision avec laquelle M. Le Verrier avait fixé la position de sa planète, il suffit de comparer deux nombres empruntés à ses calculs.

La longitude héliocentrique conclue des observations de M. Galle le 1er octobre, est	327° 24′
La longitude héliocentrique calculée d'avance par M. Le Verrier, et annoncée le 31 août, est.	326° 32′
Différence. . . .	0° 52′

Ainsi, la position de l'astre avait été prévue à *moins d'un degré près.*

En présence d'un tel résultat, et quand on considère les immenses difficultés du problème, on ne peut s'empêcher d'admirer le génie mathématique dont fit preuve M. Le Verrier. Quels étaient, en effet, les éléments du calcul ? Quelques oscillations d'une planète observée seulement depuis un demi-siècle, des déplacements à peine sensibles dont l'amplitude ne dépassait guère $\frac{1}{60}$ de degré, ou, pour mieux dire, les seules différences de ces déplacements. Quelles étaient, au contraire, les inconnues à dégager ? La place, la grandeur et tous les éléments d'un astre situé bien au delà des limites de

notre système planétaire, d'un corps éloigné de plus de douze cents millions de lieues du soleil et qui tourne autour de lui dans un intervalle de cent soixante-six ans. Or ces nombres immenses sortent du calcul avec une valeur très approchée, et le résultat de l'observation ne démontre pas une erreur de un degré dans la détermination théorique. L'histoire des sciences ne fournit aucune preuve aussi éclatante de la certitude et de la puissance de l'analyse mathématique.

On se rappelle la sensation que produisit dans le public l'annonce de ce grand événement scientifique. Sans doute, peu de personnes, même parmi les savants, pouvaient apprécier la véritable importance et la nature des difficultés du travail de M. Le Verrier; cependant tout le monde comprenait ce qu'il y avait de merveilleux à avoir constaté *à priori* et sans autre secours que le calcul, l'existence d'une planète que nul œil humain n'avait encore aperçue. Aussi les témoignages de l'admiration publique ne manquèrent pas à l'auteur de cette découverte brillante. Nous ne rappellerons pas les honneurs de tout genre qui furent rendus à l'illustre astronome; contentons-nous de dire que jamais découverte ne fut mieux accueillie ni plus dignement récompensée.

Cependant on s'est demandé à cette époque comment M. Le Verrier n'avait pas essayé de chercher lui-même dans le ciel la planète dont il avait théoriquement reconnu l'existence, et comment après avoir fixé, avec une précision si étonnante, sa position absolue, il ne s'était pas empressé de diriger une lunette vers la région qu'il indiquait, afin de vérifier lui-même sa prophétie et s'assurer de cette manière l'honneur tout

entier de sa découverte. L'explication de ce fait est fort simple ; M. Le Verrier n'est pas observateur. L'exécution des travaux astronomiques embrasse en effet deux parties très différentes, le calcul et l'observation : les astronomes suivent d'une manière à peu près exclusive, l'une ou l'autre de ces deux carrières qui exigent chacune des études et des qualités spéciales. Quand on jette les yeux sur les instruments de l'Observatoire de Paris, cet équatorial gigantesque, ces télescopes à vingt pieds de foyer, ces cercles divisés avec une précision merveilleuse, ces lunettes dont les réticules sont formés de fils plus fins que ceux de l'araignée, ces pendules dont la marche rivalise d'uniformité avec le mouvement diurne de la voûte céleste, etc., on comprend aisément que la pratique de l'observation astronomique ne soit pas à la portée de chacun. Il ne suffit pas d'avoir entre les mains le violon de Paganini, il faut encore savoir en jouer ; de même il faut apprendre à se servir des instruments astronomiques. Il est donc tout simple que M. Le Verrier, doué par la nature de ce rare trésor du génie mathématique, se soit contenté de cet heureux privilége et ait abandonné à d'autres le champ de l'observation céleste.

On a exprimé avec plus de raison le regret que l'Observatoire de Paris n'ait pu ravir aux astronomes allemands l'honneur d'avoir constaté l'existence de la nouvelle planète. Nos astronomes ont répondu, pour repousser ce reproche, que si M. Galle a si promptement réussi dans sa recherche, c'est parce qu'il avait sous les yeux une carte très précise de la région du ciel que parcourait la planète. Cette carte, qui fait partie de la grande publication entreprise sous les

auspices de l'Académie de Berlin, par le fait d'un hasard heureux, sortait le jour même de la presse et ne se trouvait encore dans aucun autre observatoire. Sans doute l'exploration de cette partie du ciel était plus difficile pour les observateurs encore dépourvus de cette carte ; cependant il est permis d'affirmer que l'on aurait pu arriver sans son secours à trouver la planète, si *dès le 1er juin* on s'était mis à sa recherche avec cette confiance et cette ardeur qui ont soutenu M. Le Verrier dans ses efforts, et qui résultaient chez lui du sentiment profond de la certitude des méthodes mathématiques.

CHAPITRE II.

Réclamation de M. Adams concernant la découverte de la planète Le Verrier. — Objections de M. Babinet. — Critiques dirigées contre les résultats obtenus par M. Le Verrier. — Influence de la découverte de *Neptune* sur l'avenir des travaux astronomiques.

On n'était pas encore revenu de l'admiration et de la surprise qu'avait excitées en France la découverte de M. Le Verrier, lorsqu'un incident inattendu vint ajouter à la question un intérêt nouveau. Dix jours à peine après l'observation de M. Galle, les journaux anglais annoncèrent qu'un astronome de Cambridge avait fait la même découverte que M. Le Verrier. Un jeune mathématicien, M. Adams, agrégé du collége de Saint-Jean à Cambridge, avait exécuté,

disait-on, un travail analogue à celui de notre compatriote et il était arrivé à des résultats presque identiques. Les calculs de M. Adams n'avaient pas été publiés, mais on affirmait qu'ils étaient connus de plusieurs astronomes.

Exprimé même en ces termes, ce fait ne pouvait porter aucune atteinte aux droits publiquement établis de M. Le Verrier ; cependant il souleva une vive controverse et amena des débats très irritants. La publication des calculs de l'astronome anglais a mis un terme à ces discussions regrettables et elle permet de rétablir la vérité. Le travail de M. Adams a été produit dans la séance du 13 novembre 1846, devant la société astronomique de Londres qui en a ordonné l'impression et la distribution au monde savant.

Il résulte de l'*Exposé* publié par M. Adams et des lettres qui l'accompagnent que, dès l'année 1844, cet astronome, alors élève à l'université de Cambridge, s'occupait de la théorie d'Uranus et cherchait à rectifier les mouvements de cette planète par l'hypothèse d'un astre perturbateur. Ce n'était pas d'ailleurs la première fois que cette pensée se présentait à l'esprit des astronomes. On voit dans l'introduction des tables de Bouvard que ce géomètre, désespérant de représenter le mouvement d'Uranus, par une formule rigoureuse s'arrête vaguement à l'idée d'une planète perturbatrice. D'après le témoignage de sir John Herschel, le célèbre astronome allemand, Bessel aurait exprimé cette opinion d'une manière beaucoup plus formelle. En examinant attentivement les observations d'Uranus, Bessel avait reconnu que ses écarts excédaient de beaucoup les erreurs possibles de l'observation et il

attribuait ces écarts à l'action d'une planète inconnue; les erreurs étant systématiques et telles qu'elles pourraient être produites par une planète extérieure. Cependant cet astronome ne soumit jamais cette vue au contrôle du calcul. M. Adams prit le problème plus au sérieux puisqu'il en fit le sujet d'un travail spécial.

Comme M. Le Verrier, l'astronome anglais eut recours à la loi de Bode pour obtenir d'abord une distance approximative du nouvel astre. Vers la fin de 1845, il connaissait à peu près la position de la planète qu'il supposait d'une masse triple de celle d'Uranus. Au mois de septembre 1845, il fit part de ses résultats au directeur de l'Observatoire de Cambridge, M. Challis, qui l'engagea à se rendre à Greenwich pour les communiquer à l'astronome royal, M. Airy. M. Adams se rendit en effet à Greenwich, mais l'astronome royal était alors à Paris. Dans les derniers jours d'octobre 1845, M. Adams se présenta de nouveau à Greenwich, mais M. Airy était encore absent et il dut se borner à lui laisser une note dans laquelle il fixait les divers éléments de sa planète hypothétique. Il annonçait dans cette note que la longitude moyenne de sa planète serait de 323° 2′ le 1er octobre 1846. Il avait calculé que sa masse serait triple de celle d'Uranus; que, par conséquent, l'astre nouveau jouirait du même éclat qu'une étoile de 9e grandeur et qu'il serait dès lors facile de la voir; il espérait que, sur ces indications, l'astronome royal voudrait bien faire entreprendre sa recherche. Mais M. Airy ne semble pas avoir pris ce travail au sérieux, car il ne fit pas exécuter cette recherche; il avait fait

à M. Adams une objection qui était restée sans réponse et sa conviction ne se forma qu'après la lecture du mémoire bien autrement décisif de M. Le Verrier. Quant à M. Adams, il n'ajoutait pas sans doute une grande foi à ses propres calculs ; il se refusa à les publier et ne les adressa à aucune société savante; il ne chercha pas même à prendre date pour son travail, bien qu'il fût informé par la publication du premier mémoire de M. Le Verrier, qu'un autre mathématicien s'occupait du même sujet. Il attendit, pour parler de ses calculs, que M. Galle eût vérifié par l'observation directe l'existence de la planète. Disons d'ailleurs que M. Adams, plus équitable en cela et plus sincère que ses amis, n'a pas hésité à reconnaître lui-même le peu de fondement de leurs réclamations et à restituer à M. Le Verrier tous les droits qui lui reviennent. Il s'exprime ainsi dans le préambule de son *Exposé*. « Je ne mentionne ces recherches que pour montrer que mes résultats ont été obtenus indépendamment et avant la publication de ceux auxquels M. Le Verrier est parvenu. Je n'ai nulle intention d'intervenir dans ses justes droits aux honneurs de la découverte, car il n'est pas douteux que ses recherches n'aient été communiquées les premières au monde savant, et que ce sont elles qui ont amené la découverte de la planète par M. Galle. Les faits que j'ai établis ne peuvent donc porter la moindre atteinte aux mérites qu'on lui attribue (1). »

Si maintenant, et indépendamment de la question de priorité qui ne saurait être douteuse en faveur du savant français, on compare le travail mathématique

(1) *Transactions de la Société royale d'astronomie de Londres.*

des deux astronomes, il est facile de reconnaître que celui de M. Adams n'était qu'un premier aperçu, un simple essai auquel les deux astronomes anglais qui en reçurent la communication et probablement aussi l'auteur lui-même, n'accordaient que peu de confiance (1). M. Adams n'a donné qu'une analyse de ses recherches, mais il en a dit assez pour que les mathématiciens aient pu constater que la méthode qu'il a suivie n'est qu'une sorte de tâtonnement empirique, un essai de nombres plutôt qu'un calcul méthodique

(1) Une lettre citée par M. Arago dans le cahier du 19 octobre 1846 des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, montre parfaitement que le directeur de l'observatoire de Greenwich n'ajoutait aucune confiance aux résultats annoncés par M. Adams. Depuis l'année 1845, M. Airy avait entre les mains le travail de M. Adams qui contenait les éléments de sa planète hypothétique. Cependant il accordait si peu de crédit à ces données, qu'au mois de juin 1846, c'est-à-dire après la publication du premier mémoire de M. Le Verrier, il ne croyait pas encore à l'existence d'une planète étrangère qui troublât les mouvements d'Uranus. Voici en effet ce qu'il écrivait le 26 juin à M. Le Verrier en lui présentant ses objections contre les conclusions de son mémoire :

« Il paraît, d'après l'ensemble des dernières observations d'Uranus faites à Greenwich (lesquelles sont complétement réduites dans nos recueils annuels, de manière à rendre manifestes les erreurs des tables, soit qu'elles affectent les longitudes héliocentriques ou les rayons vecteurs); il paraît, dis-je, que les rayons vecteurs donnés par les tables d'Uranus sont considérablement trop petits. Je désire savoir de vous si ce fait est une conséquence des perturbations produites par une planète extérieure, placée dans la position que vous lui avez assignée.

» *J'imagine qu'il n'en sera pas ainsi* car le principal terme de l'inégalité sera probablement analogue à celui qui représente la *variation* de la lune, c'est-à-dire dépendra de sin 2 (V—V')...... »

Ainsi l'un des astronomes les plus habiles de l'Europe, quoique en possession du travail de M. Adams, ne croyait pas qu'une planète extérieure pût expliquer les anomalies d'Uranus. « En faut-il davantage, dit M. Arago, pour établir que le travail en question ne pouvait être qu'un premier aperçu, qu'un essai informe auquel l'auteur lui-même, pressé par la difficulté de M. Airy, n'accordait aucune confiance? »

et rigoureux. Au contraire ce qui constitue la haute valeur et la beauté originale du travail de notre compatriote, c'est qu'il a été une conséquence directe des perfectionnements qu'il a introduits lui-même dans les calculs de la mécanique céleste, et une application de ses recherches antérieures dans les procédés de l'analyse mathématique. Avant d'attaquer le problème de la détermination de l'astre nouveau, M. Le Verrier avait complétement remanié la théorie d'Uranus, en introduisant dans cette théorie des termes importants dont on ne s'était pas avisé avant lui. Ce n'est donc pas seulement parce qu'il l'a le premier publiquement annoncée que cette découverte lui appartient, elle lui revient encore parce que seul il l'avait rendue possible par ses travaux antérieurs.

Dans les premiers temps de la découverte, M. Arago proposa de donner à l'astre nouveau le nom de *planète Le Verrier*; il pensait qu'il était bon d'inscrire ce nom dans le ciel pour rappeler le génie du géomètre qui avait si admirablement étendu les bornes de nos moyens d'exploration. Cependant le nom de *Neptune* a prévalu et il est aujourd'hui définitivement adopté pour ne pas rompre l'uniformité des dénominations astronomiques.

Nous n'avons pas besoin de dire que tous les astronomes, et notamment ceux qui possédaient de puissantes lunettes s'empressèrent d'observer Neptune et d'étudier sa marche. Aussi on ne tarda pas à annoncer que cette planète est accompagnée d'un satellite; il avait été découvert par M. Lassell, riche fabricant de Liverpool, qui consacre sa fortune et ses loisirs à

des observations astronomiques. C'est avec un télescope dont le miroir a deux pieds d'ouverture et vingt pieds de longueur focale et qu'il a construit de ses mains, que M. Lassell a observé ce nouveau corps qui circule autour de la planète dans un intervalle d'environ six jours.

D'après les données les plus récentes de l'observation, le diamètre de Neptune est de dix-sept mille trois cents lieues. Son volume est donc environ deux cent fois celui de la terre, et il peut être vu avec un télescope d'une force très médiocre. Sa vitesse moyenne, de quatre mille huit cent lieues par heure, est six fois moindre que celle de la terre. Il décrit autour du soleil une ellipse presque circulaire avec une vitesse linéaire d'une lieue et un tiers par seconde ; la durée de sa révolution est d'environ cent soixante-six ans et sa distance moyenne au soleil est trente fois plus grande que celle de la terre, c'est-à-dire de douze cent millions de lieues. Enfin, il est, dit-on, pourvu comme Saturne d'un anneau, mais l'existence de cet anneau est bien problématique; il se pourrait que ce ne fût là qu'une pure illusion d'optique dont les meilleures télescopes ne sont pas toujours exempts.

Ici se terminerait l'histoire de la découverte mémorable qui vient de nous occuper, si vers la fin de l'année 1848, un académicien n'était venu soulever au sein de l'Institut une discussion, nullement sérieuse en elle-même, mais qui, mal comprise ou défigurée, jeta inopinément dans le public, sur la découverte de l'astronome français, certains doutes qu'expliquent

d'ailleurs aisément l'ignorance générale en pareilles matières ou la malveillance de quelques détracteurs. Voici quelle fut l'origine de cette controverse inattendue.

Dès que la planète Neptune fut signalée aux astronomes, on s'occupa de l'observer et de fixer ses éléments par l'observation directe. On ne surprendra personne en disant que l'orbite de la planète nouvelle ayant été calculée d'après les observations, ses éléments présentèrent quelque désaccords avec ceux que M. Le Verrier avait déduits *à priori* de ses calculs avant que l'astre fût aperçu. Ce désaccord était d'ailleurs assez faible et infiniment au-dessous de la limite des erreurs auxquelles on pouvait s'attendre. Cependant M. Babinet crut pouvoir se fonder sur ces faibles différences pour admettre que la planète nouvelle ne suffisait pas pour rendre compte des anomalies d'Uranus. Il rechercha dès lors si l'on ne pourrait pas les expliquer, non plus par la seule influence de Neptune, mais par l'action de cette planète réunie à celle d'une seconde planète hypothétique, encore plus éloignée et que, par une prévision qu'il est permis de trouver anticipée, il désigna sous le nom d'*Hypérion*. Il n'y avait rien dans cette idée qui pût éveiller de grands débats ; c'était une simple vue de l'esprit qu'à tout prendre on pouvait discuter, bien que, pour le dire en passant, la plupart de nos géomètres s'accordent à repousser comme théoriquement inadmissible l'hypothèse de M. Babinet, car l'action de deux planètes ne saurait être remplacée par celle d'une troisième située à leur *centre de gravité* comme il le dit en termes formels. Le travail de

M. Babinet serait donc passé sans exciter d'émotion particulière, si les termes qu'il employa dans son mémoire n'étaient venus donner malencontreusement le change à l'esprit du public. Voici en effet comment débute le mémoire de M. Babinet : « L'identité de la planète Neptune avec la planète théorique, qui rend compte si admirablement des perturbations d'Uranus, d'après les travaux de MM. Le Verrier et Adams, mais surtout d'après ceux de l'astronome français, *n'étant plus admise par personne* depuis les énormes différences constatées entre l'astre réel et l'astre théorique quant à la masse, à la durée de la révolution, à la distance au soleil, à l'excentricité, et même à la longitude, on est conduit à chercher si les perturbations d'Uranus se prêteraient à l'indication d'un second corps planétaire voisin de Neptune..... etc. » Si M. Babinet se fût borné à constater les désaccords qui existent entre la masse, la distance et l'orbite de Neptune, fournis par l'observation directe, et ces mêmes éléments déduits du calcul par M. Le Verrier, il n'aurait fait que rappeler des circonstances que personne ne songeait à contester. Mais l'ambiguïté de sa rédaction donna lieu aux interprétations les plus fâcheuses, et sur la foi de sa grave autorité, des critiques sans fin contre la découverte de M. Le Verrier firent tout d'un coup irruption. Nous ne nous arrêterons pas à la niaiserie de certains journaux qui ont tout bonnement prétendu et qui répètent chaque jour que la planète de M. Le Verrier n'existe pas. Mais il importe d'examiner en quelques mots les critiques plus sérieuses et mieux fondées en apparence qui ont été dirigées à cette occasion contre le travail de notre célèbre astronome.

On ne peut nier qu'il n'existe une certaine différence entre la position vraie de Neptune et celle que le calcul lui avait assignée. Mais pouvait-il en être autrement ? M. Le Verrier a découvert sa planète par un moyen détourné et sans l'avoir vue ; il était donc impossible qu'il fixât sa place avec la précision de l'observation directe ; tout ce qu'il a prétendu faire, et tout ce qu'on pouvait espérer de lui, c'était de déterminer sa situation dans le ciel avec assez d'exactitude pour qu'on pût la chercher et la découvrir. Demander en pareille matière une précision absolue, c'est évidemment exiger l'impossible : « Dirigez l'instrument vers tel point du ciel, a dit M. Le Verrier, la planète sera dans le champ du télescope. » Elle s'y est trouvée, que demander de plus ?

Mais, ajoute-t-on, M. Le Verrier s'est trompé sur la distance de Neptune, puisque au lieu d'être actuellement comme il l'a dit, de trente-trois fois la distance de la terre au soleil, elle n'est que de trente fois cette distance. Accordons qu'il en soit ainsi, est-ce là une erreur bien notable ? Sans doute, si, dans le but de frapper l'imagination, on exprime cette différence en lieues ou en kilomètres, on arrivera à un nombre effrayant ; mais cette manière d'argumenter manque évidemment de bonne foi. En effet, comme la distance et l'étendue de notre système solaire sont immenses relativement à notre globe et relativement à la petitesse des unités adoptées pour nos mesures linéaires, la moindre erreur dans leur évaluation se traduit par des nombres énormes, de telle sorte que le reproche qu'on fait pour Neptune pourrait s'appliquer à toutes les mesures astronomiques. Considérons, par exemple, la dis-

tance de la terre au soleil, dont la détermination a coûté tant de travaux et de recherches. La mesure de cet élément fondamental a présenté, entre les mains des plus grands astronomes, des discordances supérieures à celle qu'on reproche à M. Le Verrier. En 1750, on s'accordait à admettre pour cette distance trente-deux millions de lieues. Vingt ans après, on la portait à plus de trente-huit millions de lieues; la différence de ces deux résultats dépasse six millions de lieues, ou la cinquième partie du premier, tandis que l'erreur reprochée à M. Le Verrier ne serait que d'un dixième, c'est-à-dire deux fois moindre. Et cependant, d'une part il s'agissait du soleil, l'astre le plus important de notre monde, l'objet des observations quotidiennes des astronomes depuis deux mille ans; d'autre part c'était un astre jusqu'alors inaperçu, et qui ne devait se dévoiler aux yeux de l'esprit que par les faibles écarts qu'il produit chez une planète connue seulement depuis un demi-siècle.

On accuse encore M. Le Verrier d'avoir attribué à sa planète une masse plus considérable que ce qu'elle a réellement. A cela il suffit de répondre que les astronomes ne s'accordent pas même sur la grandeur des masses de plusieurs anciennes planètes, et notamment sur celle d'Uranus lui-même. On conçoit d'ailleurs que si M. Le Verrier a placé Neptune un peu trop loin, il a dû par compensation le faire un peu trop gros. Ainsi l'incertitude sur la masse de la planète résultait nécessairement de celle de sa distance. C'est ce dont conviennent tous les astronomes. Sir John Herschel, dans une lettre à M. Le Verrier, relative à cette discussion, n'hésite pas à reconnaître que l'incertitude des

données de la question entraînait forcément celle des éléments de l'orbite de Neptune. Ces éléments n'étaient, du reste, qu'une partie accessoire du problème : « L'objet direct de vos efforts, ajoute M. Herschel, était de dire où était placé le corps troublant à l'époque de la recherche, et où il s'était trouvé pendant les quarante ou cinquante années précédentes. Or c'est ce que vous avez fait connaître avec une parfaite exactitude. »

Après un tel témoignage, auquel on pourrait joindre celui de bien d'autres astronomes étrangers, et celui de nos illustres compatriotes MM. Biot, Cauchy, Faye, etc., on voit quel cas il faut faire des singulières assertions dont la découverte de M. Le Verrier a été l'objet. Grâce aux commentaires des petits journaux, une bonne partie du public s'imagine aujourd'hui que la planète de M. Le Verrier a disparu du champ de nos télescopes, tandis qu'au contraire, depuis le jour de sa découverte, elle a si bien suivi la route que l'astronome français lui avait assignée, que chacun peut maintenant, à l'aide de ses indications, l'observer dans le ciel, s'il est muni d'une lunette fort ordinaire. En résumé, le *Neptune* trouvé par M. Galle, comme la planète calculée par M. Le Verrier, rendent parfaitement compte des perturbations d'Uranus, et leur identité ne saurait être contestée par aucun savant de bonne foi.

Telle est, réduite à ses termes les plus simples, l'histoire de cette découverte extraordinaire qui occupera une si grande place dans les annales de la science contemporaine. Ce qui a frappé surtout et ce qui devait frapper en elle, c'est la confirmation merveilleuse qu'elle a fournie de la certitude des méthodes mathé-

matiques qui servent à calculer les mouvements des corps célestes. Elle nous a appris comment l'intelligence, aidée de ce précieux instrument qu'on appelle le calcul, peut en quelque sorte suppléer à nos sens, et nous dévoiler des faits qui semblaient jusqu'à ce moment inaccessibles à l'esprit.

Mais ce qui a été moins remarqué peut-être, c'est la confirmation éclatante qu'elle a apportée à la loi de l'attraction universelle. Les anomalies d'Uranus avaient fait craindre à quelques astronomes qu'à la distance énorme de cette planète, la loi de l'attraction ne perdît une partie de sa rigueur; la découverte de Neptune est venue heureusement nous rassurer sur l'exactitude de la loi générale qui règle les mouvements célestes. Cependant, dans son bel exposé du travail mathématique de M. Le Verrier, imprimé en 1846 dans le *Journal des savants*, M. Biot assure que cette confirmation était loin d'être nécessaire, et que la loi de Newton n'était nullement mise en péril par les irrégularités d'Uranus. Il cite à ce propos une série de faits astronomiques, tous fondés sur la loi de l'attraction, et dont la précision et la concordance suffisaient, selon lui, pour établir la certitude absolue de cette loi. Les preuves invoquées par M. Biot sont sans réplique; que l'on nous permette cependant de faire remarquer que tous les exemples invoqués par l'illustre astronome se passent tous, si l'on en excepte le fait emprunté à la réapparition des comètes, dans un rayon d'une étendue *relativement* médiocre. Au contraire, la planète Neptune est placée aux confins du monde solaire. Or la considération de la distance n'est pas ici un élément à dédaigner. Il n'est pas rare en effet, de voir

certaines lois physiques commencer à perdre une partie de leur rigueur quand on les prend dans des conditions extrêmes. C'est ainsi que les belles recherches de M. Regnault ont démontré que les lois de la compression et de la dilatation des gaz se modifient quand on les considère au moment où les gaz se rapprochent de leur point de liquéfaction. N'était-il pas à craindre, d'après cela, que la loi elle-même de l'attraction ne pût subir une altération de ce genre, qui ne deviendrait sensible qu'à partir de certaines limites? Dans un moment où, d'après les résultats des recherches les plus récentes de nos physiciens, on remarque une tendance marquée à tenir en suspicion plusieurs grandes lois dont le crédit était resté longtemps inébranlable, cette confirmation du principe de l'attraction universelle a paru à beaucoup d'esprits sérieux un témoignage utile à enregistrer. La plupart des astronomes n'ont pas hésité à porter ce jugement, et M. Encke a proclamé la découverte de M. Le Verrier *la plus brillante preuve qu'on puisse imaginer de l'attraction universelle.*

Une autre conséquence découle de la découverte de M. Le Verrier, conséquence plus lointaine et qui a dû frapper moins vivement les esprits, bien qu'elle mérite de fixer toute l'attention des savants. M. Le Verrier termine son travail par la réflexion suivante : « Ce succès doit nous laisser espérer qu'après trente ou quarante années d'observations de la nouvelle planète, on pourra l'employer à son tour à la découverte de celle qui la suit dans l'ordre des distances au soleil. » Ainsi la planète qui nous a révélé son existence par les irrégularités du mouvement

d'Uranus, n'est probablement pas la dernière de notre système solaire. Celle qui la suivra se décèlera de même par les perturbations qu'elle imprimera à Neptune, et à son tour, celle-ci en décèlera d'autres plus éloignées encore, par les perturbations qu'elle en éprouvera. Placés à des distances énormes, ces astres finiront par n'être plus appréciables à nos instruments; mais alors même qu'ils échapperont à notre vue, leur force attractive pourra se faire sentir encore. Or la marche suivie par M. Le Verrier nous donne les moyens de découvrir ces astres nouveaux sans qu'il soit nécessaire de les apercevoir. Il pourra donc venir un temps où les astronomes, se fondant sur certains dérangements observés dans la marche des planètes visibles, en découvriront d'autres qui ne le seront pas et en suivront la marche dans les cieux. Ainsi sera créée cette nouvelle science, qu'il faudra nommer l'*astronomie des invisibles*, et alors les savants, justement orgueilleux de cette merveilleuse extension de leur domaine, prononceront avec respect et avec reconnaissance le nom du géomètre qui assura à l'astronomie une destinée si brillante.

LES POUDRES DE GUERRE

ET

LA POUDRE-COTON.

Les contes ridicules qui sont débités chaque jour sur l'origine de la poudre à canon sont un triste et frappant témoignage des préjugés qui remplissent encore l'histoire des sciences, et de l'état imparfait et chétif dans lequel a vécu jusqu'à ce jour cette branche de nos connaissances. Les historiens les plus érudits et les plus graves continuent à attribuer à Roger Bacon la découverte de la poudre, et au moine Berthold Schwartz la création de l'artillerie. S'ils veulent cependant témoigner de connaissances plus précises sur ce sujet, ils se hâtent d'ajouter que l'artillerie a été mise en usage pour la première fois par les Vénitiens, au siége de Chiozza en 1380, et qu'en France, un seigneur allemand fit présent à Charles VI de six pièces d'artillerie de fer qui furent employées en 1382 à la bataille de Rosbecque contre les Gantois. Quand ils veulent enfin obtenir un brevet d'érudition spéciale sur la matière, nos écrivains abordent les récits du feu grégeois, et c'est alors qu'arrivent toutes ces belles histoires sur ce terrible feu « qui embrâsait avec une horrible explosion

des bataillons, des édifices entiers (1) » ; — « qui dévorait les soldats et leurs armes (2) » ; — « que l'eau nourrissait au lieu de l'éteindre (3) » ; — « que l'on ne pouvait éteindre que par le sable ou le vinaigre (4) » ; enfin dont la composition s'est perdue au XIVe siècle et n'a jamais été retrouvée.

En vérité, on se demande, à la lecture de tant d'assertions erronées, comment on a pu altérer et obscurcir à ce point une question aussi simple. Rien de plus simple, en effet, que la découverte de la poudre à canon ; quelques mots suffisent pour en résumer les faits généraux.

De tout temps, dès l'antiquité la plus haute, le feu a été l'un des moyens d'attaque en usage à la guerre. Les écrivains latins nous ont transmis la description de certains mélanges inflammables qu'on lançait à l'ennemi avec des machines, ou que l'on attachait aux flèches et aux dards. Cette branche de l'art de la guerre fit peu de progrès en Europe, mais il en fut autrement en Asie. Les mélanges incendiaires déjà employés en Orient avant l'expédition d'Alexandre, reçurent dans ces contrées un développement extraordinaire ; ils devinrent l'arme principale des combats. Au VIIe siècle les feux de guerre furent transportés chez les Grecs du Bas-Empire et de là chez les Arabes. On connaît tous les avantages que retirèrent les Grecs, dans leurs guerres maritimes, de ces mélanges combustibles, qui prirent

(1) Lebeau, *Histoire du Bas-Empire*, t. XIII, p. 106.

(2) Michaud, *Histoire des croisades*, t. III, p. 223, édit. 1828.

(3) Gibbon, t. X, p. 356, édit. 1828.

(4) Libri, *Rapport du comité historique des sciences* (5 décembre 1838).

alors le nom de *feu grec* ou de *feu grégeois*. On sait également que durant la période des croisades, les Arabes d'Afrique reçurent un puissant secours de l'emploi de ces mélanges inflammables dont les effets inattendus produisaient sur les chrétiens l'impression de la plus profonde terreur. Le feu grégeois ne fut jamais entre les mains des Arabes et des Grecs qu'un moyen de provoquer et de propager l'incendie, qu'une manière de multiplier les formes sous lesquelles le feu peut être employé comme agent offensif dans les combats. Mais il finit par se répandre en Europe, et dès lors une révolution complète s'opéra dans sa préparation et ses usages. On apprit à préparer et à purifier le salpêtre; et ce sel ajouté aux ingrédients primitifs des mélanges incendiaires accrut énormément leur puissance combustible. La propriété explosive des mélanges salpêtrés ne tarda pas à être reconnue; elle fut appliquée à l'art de lancer au loin des projectiles, et c'est ainsi que vers la moitié du XIV[e] siècle l'artillerie prit naissance en Europe.

Telle est en quelques mots l'origine de la poudre à canon des temps modernes. A cette question : Quel est l'auteur de la découverte de la poudre? — question si souvent posée et en des termes si divers, — on ne peut donc répondre que par cette autre question de Voltaire : « Qui le premier inventa le bateau? » Personne n'a découvert la poudre, ou pour mieux dire tout le monde l'a découverte. C'est à la suite des perfectionnements successifs lentement apportés à la préparation des mélanges incendiaires, que s'est révélée peu à peu leur propriété explosive et leur force de projection ; ce n'est donc qu'après plusieurs siècles

d'expériences et d'efforts que l'on a pu créer cet agent terrible, qui, en déplaçant dans les armées le siége de la force, a révolutionné l'art des combats.

En retraçant sommairement l'histoire de l'origine et des premiers emplois de la poudre à canon, nous avons indiqué par cela même l'ordre et le plan de cette Étude. Toutefois il est nécessaire, avant d'aller plus loin, d'établir à quelles sources ont été puisés les faits qui vont nous occuper. En 1845, MM. Reinaud et Favé ont publié sous ce titre : ***Du feu grégeois et des feux de guerre***, un ouvrage d'une excellente érudition, rempli des plus consciencieuses recherches. L'interprétation des textes arabes et l'étude attentive des auteurs grecs et latins qui ont laissé des ouvrages de pyrotechnie, leur ont permis de jeter un grand jour sur la nature des mélanges incendiaires employés en Orient et sur l'origine de notre poudre à canon. Antérieurement, M. Ludovic Lalanne, dans un mémoire couronné par l'Académie des inscriptions et belles lettres, avait su, par une heureuse combinaison de textes originaux, éclaircir l'histoire du feu grégeois et fournir des renseignements pleins d'intérêt sur les effets de cette composition célèbre. Enfin M. Lacabane, dans une dissertation sur l'***Introduction en France de la poudre à canon*** publiée en 1844, dans la ***Bibliothèque de l'école des chartes***, a mis au jour d'utiles documents sur cette dernière question. Ces travaux remarquables ont fait justice d'erreurs que les siècles avaient consacrées. Malheureusement leur forme un peu aride ou certains défauts d'exposition avaient empêché le public et les savants eux-mêmes de bien apprécier toute leur importance, et nous serons heureux si le résumé que

nons en donnerons offre assez de précision et de clarté pour dissiper les préjugés nombreux qui continuent de régner sur cette curieuse partie de l'histoire des sciences.

CHAPITRE PREMIER.

Emploi des feux de guerre chez les Orientaux. — Leur introduction en Europe au VII[e] siècle. — Composition du feu grégeois. — Moyens employés par les Grecs du Bas-Empire pour l'emploi du feu grégeois dans les combats maritimes.

La plupart des grandes inventions qui commencèrent au moyen âge l'affranchissement moral de l'humanité sont originaires de l'Orient. Écloses sous le ciel de l'Asie, elles y demeurèrent des siècles entiers dans un état d'enfance; mais une fois établies sur le sol de l'Europe, secondées dès lors par l'active imagination et le génie des Occidentaux, elles ne tardèrent pas à s'y perfectionner et à recevoir les applications les plus étendues. Toutes ces créations nouvelles qui devaient transformer les forces actives de la société et changer la destinée des peuples, existaient en germe dans l'orient de l'Asie. La nature si riche et si féconde sous le ciel de ces contrées, offrait spontanément à l'observation certains faits qui pour ainsi dire apportaient avec eux leurs conséquences visibles. L'esprit des Orientaux sût de bonne heure les saisir, mais il fut impuissant à rien ajouter à ces données élémentaires. Arrêtées dès leur naissance, ces

premières notions sommeillèrent pendant dix siècles. Il fallait les facultés actives des nations européennes pour en retirer tout le parti que l'on devait en attendre. Telle est l'histoire de l'invention de l'imprimerie, de la découverte de la boussole, de la fabrication du papier; telle est aussi l'histoire de ces mélanges incendiaires, qui, en usage chez les Orientaux, dès les temps les plus reculés, ne reçurent qu'en Europe les modifications et les perfectionnements divers qui devaient donner naissance à notre poudre à canon.

Le naphte, l'huile de naphte et quelques autres combustibles de la même nature sont, en Asie, des produits naturels très abondants; il est donc tout simple que les Orientaux aient eu de bonne heure l'idée de s'en servir comme agents offensifs. Mélangés avec des substances résineuses, du goudron, des huiles, et différents corps gras combustibles, ils servaient à préparer divers mélanges inflammables que les Chinois, les Indiens et les Mongols ont consacrés depuis les temps les plus reculés aux usages de la guerre. Ces mélanges combustibles avaient la propriété d'adhérer aux objets contre lesquels on les projetait, et constituaient ainsi un moyen assez dangereux d'attaque. Si l'on considère d'ailleurs que la sécheresse et la chaleur du climat de l'Asie rendaient ces agents de guerre plus efficaces et plus désastreux, on comprendra que les compositions de ce genre soient bientôt devenues d'un usage général chez les Chinois, les Indiens et les Mongols.

Cependant, il faut le dire, on a beaucoup exagéré le degré de perfection auquel les feux de guerre sé-

raient parvenus chez les Chinois. Le père Amyot (1), le savant Abel Rémusat (2), ont voulu établir que tous les emplois actuels de la poudre avaient été connus dans le céleste empire, et que, dès le xe siècle, on y faisait usage de canons. MM. Reinaud et Favé ont parfaitement prouvé que toutes les connaissances pyrotechniques des Chinois se réduisaient à l'emploi du pétard et de la fusée dont ils tiraient parti dans les feux d'artifice, et que leurs moyens de guerre se bornaient aux mélanges combustibles. Le père Amyot nous a laissé une longue description des diverses machines qui servaient à jeter les compositions incendiaires. Les *flèches de feu*, les *nids d'abeille*, le *tonnerre de la terre*, le *feu dévorant*, la *ruche d'abeille*, le *tuyau de feu*, etc., étaient autant d'instruments ou d'engins divers destinés à lancer des flammes contre l'ennemi.

Personne n'ignore, d'un autre côté, que chez les Indiens, les feux d'artifice étaient connus depuis un temps immémorial et faisaient partie de toutes les réjouissances publiques. On a trouvé, dans des contrées très reculées des Indes, où les Européens n'avaient jamais pénétré, des espèces de fusées volantes que les naturels employaient à la guerre. L'usage, chez les Indiens, de mélanges analogues remonte d'ailleurs aux temps les plus reculés. Un commentaire des *Vedes* ou livres sacrés des Indoux attribue l'invention des armes à feu à un artiste nommé Visvacarma, le Vulcain des Indiens, qui fabriqua,

(1) *Mémoires concernant les sciences et les arts des Chinois*, t. VIII, p. 331.

(2) *Relations diplomatiques des princes chrétiens avec les rois de Perse.* (*Mémoires de l'Académie des inscriptions*, t. VII, p. 416.)

disent les livres sacrés, les traits employés dans la guerre des bons et des mauvais génies. Le code des Gentoux défend l'usage des armes à feu; or les lois rassemblées dans cette compilation datent de la plus haute antiquité et se perdent même dans la nuit des temps.

Ce n'est qu'au VII[e] siècle que les mélanges incendiaires, depuis si longtemps en usage chez les Orientaux, furent introduits en Europe. Callinique, architecte syrien, avait appris à connaître en Asie la composition et le mode d'emploi de ces substances. C'est à lui que les Grecs du Bas-Empire durent la connaissance de ces composés, qui furent désignés depuis ce moment sous le nom de *feu grégeois*, et qui devaient exercer une influence si puissante sur les destinées de l'empire d'Orient.

Callinique se trouvait en Syrie lorsque, en 674, pendant la cinquième année du règne de Constantin Pogonat, les Arabes, sous la conduite du calife Mouraïa, vinrent mettre le siége devant Constantinople. Callinique, passant secrètement dans le parti des Grecs, se rendit dans la capitale de l'empire, et vint faire connaître à Constantin les propriétés et le mode d'emploi des compositions incendiaires dont il se dit l'inventeur. Grâce à ce secours inattendu, l'empereur put repousser l'invasion des Sarrasins, qui, pendant cinq années consécutives, revinrent avec des forces nouvelles et des flottes considérables, mais furent chaque fois contraints de lever le siége.

Depuis le IX[e] siècle jusqu'à la prise de Constantinople par les Croisés en 1204, les Byzantins durent au feu grégeois de nombreuses victoires navales qui retardè-

rent la chute de l'empire d'Orient. Aussi les empereurs apportaient-ils la plus sévère attention à réserver pour leurs seuls États la possession de cet agent précieux. Ils ne confiaient sa préparation qu'à un seul ingénieur qui ne devait jamais sortir de Constantinople, et, selon M. Lalanne, cette fabrication était exclusivement réservée à la famille et aux descendants de Callinique.

La préparation du feu grégeois fut mise au rang des secrets d'état par Constantin Porphyrogénète qui déclara infâme et indigne du nom de chrétien celui qui violerait cet ordre.

« Tu dois par dessus toute chose, dit l'empereur à son fils, dans son traité de l'*Administration de l'Empire*; porter tes soins et ton attention sur le feu liquide qui se lance au moyen de tubes; et si on ose te le demander, comme on l'a fait souvent à nous-même, tu dois repousser et rejeter cette prière, en répondant que ce feu a été montré et révélé par un ange au grand et saint premier empereur chrétien Constantin (1). Par ce message et par l'ange lui-même, il lui fut enjoint selon le témoignage anthentique de nos pères et de nos ancêtres, de ne préparer ce feu que pour les seuls chrétiens, dans la seule ville impériale, et jamais ailleurs; de ne le transmettre et de ne l'enseigner jamais à aucune autre nation quelle qu'elle fût.

» Alors le grand empereur pour se précautionner contre ses successeurs, fit graver sur la sainte table de l'église de Dieu des imprécations contre celui qui oserait le communiquer à un peuple étranger. Il prescrivit que le traître fût regardé comme indigne du nom de chrétien, de toute charge et de tout honneur; que s'il avait quelque dignité, il en fût dépouillé. Il déclara anathème dans les siècles des siècles, il déclara infâme, n'importe quel qu'il fût, empereur, patriarche, prince ou sujet, celui qui aurait essayé de violer une telle loi. Il ordonna en

(1) Cependant l'empereur se contredit plus loin lorsque, dans un autre passage de son livre, il rapporte à Callinique l'invention du feu grégeois. Il justifie ainsi le jugement de Lebeau qui appelle ce prince : « un grand conteur de fables. »

outre à tous les hommes ayant la crainte et l'amour de Dieu, de traiter le prévaricateur comme un ennemi public, de le condamner et de le livrer à un supplice vengeur.

» Pourtant une fois il arriva (le crime se glissant toujours partout), que l'un de nos grands, gagné par d'immenses présents, communiqua ce feu à un étranger ; mais Dieu ne put supporter de voir un pareil forfait impuni, et un jour que le coupable était près d'entrer dans la sainte église du Seigneur, une flamme descendue du ciel l'enveloppa et le dévora. Tous les esprits furent saisis de terreur et nul n'osa désormais, quel que fût son rang, projeter un pareil crime, et encore moins le mettre à exécution. »

On observa ces injonctions sévères et le secret de la préparation du feu grégeois resta fidèlement gardé. Quand les princes d'Occident obtinrent de Constantinople le secours du feu grégeois, au lieu de leur communiquer les recettes de sa préparation, on leur envoyait les navires tout appareillés de ce produit.

Quelle était la composition du feu grégeois? Sous quelle forme, par quels artifices particuliers fut-il employé à la guerre? Le feu grégeois était toujours formé par la réunion de plusieurs substances grasses ou résineuses d'une combustibilité excessive ; le naphte, le goudron, le soufre, la résine, l'huile, les graisses, les sucs desséchés de certaines plantes et les métaux réduits en poudre étaient ses ingrédients ordinaires. Selon de nouvelles recherches, publiées en 1849, par MM. Reinaud et Favé, dans le *Journal asiatique*, le salpêtre n'en faisait pas encore partie. Ce n'est que plus tard que l'on apprit à retirer ce sel des terres où il se forme naturellement et que l'on eut l'idée de l'ajouter aux matières primitives.

Voici l'une des recettes citées par MM. Reinaud et

Favé d'un manuscrit arabe de la bibliothèque de Leyde qui remonte à l'an 1225 de J.-C., intitulé : *Traité des ruses, des guerres, de la prise des villes et de la défense des défilés, d'après les instructions d'Alexandre fils de Philippe* (1). « Feu qui brûle sur l'eau : Tu prendras de la résine ainsi que de la paille et de la poix noire et tu les feras cuire ensemble ; quand le mélange sera fondu, tu y verseras du naphte blanc ; ensuite tu le répandras dans de l'eau quelle qu'elle soit. Si tu veux que la flamme soit bien pure, il faut ajouter du soufre et de la colophane. »

Il serait inutile de citer d'autres formules. Les recettes pour la préparation des compositions incendiaires chez les Grecs se résument toujours dans un mélange de soufre et de diverses substances de nature grasse ou résineuse, dont les proportions varient de mille manières.

Quel était le mode d'emploi de ces compositions combustibles, pour les usages de la guerre ? Le feu grégeois fut surtout employé chez les Grecs du Bas-Empire pour la guerre de siége et pour les combats maritimes. Dans les siéges on lançait le feu grégeois avec des balistes, des mangonneaux ou des arbalètes contre les travaux de défense, les tours en bois, etc., que l'on voulait incendier. Dans les batailles navales, on disposait des brûlots remplis de cette matière enflammée, qui poussés par un vent favorable, allaient consumer les vaisseaux ennemis. On disposait aussi sur la proue des navires de grands tubes de cuivre ou d'airain à l'aide desquels on lançait le feu grégeois dans l'intérieur des vaisseaux ; en outre, les soldats embarqués

(1) *Journal asiatique*, 1849, n° 16.

à leur bord étaient armés de *tubes à main* qui servaient au même usage. Quelquefois on renfermait le mélange dans des fioles de verre ou dans des pots de terre vernissée, que l'on jetait à la main après en avoir allumé la mèche. C'est ce que montrent clairement les textes originaux sur lesquels M. Lalanne a appelé l'attention dans son beau mémoire sur le feu grégeois. Voici quelques passages de ces textes curieux.

L'empereur Léon le philosophe, qui écrivit vers l'an 900 son livre des *Institutions militaires*, donne en ces termes des détails précis sur l'emploi du feu grégeois dans les combats maritimes.

« Nous tenons, tant des anciens que des modernes, divers expédients pour détruire les vaisseaux ennemis ou nuire aux équipages. Tels sont ces feux préparés dans des tubes, d'où ils partent avec un bruit de tonnerre et une fumée enflammée qui va brûler les vaisseaux sur lesquels on les envoie....

» .... Vous mettrez sur le devant de la proue, un tube couvert d'airain pour lancer des feux sur les ennemis; au-dessus vous ferez une petite plate-forme de charpente entourée d'un parapet et de madriers. On y placera des soldats pour combattre de là et lancer des traits.

» On élève dans les grandes dromones (1) des châteaux de bois sur le milieu du pont. Les soldats qu'on y met jettent dans les vaisseaux ennemis de grosses pierres, ou des masses de fer pointues, par la chute desquels ils brisent le navire ou écrasent ceux qui se trouvent dessous; ou bien ils jettent des feux pour les brûler.

» .... Il faut préparer surtout des vases pleins de matières enflammées, qui, en se brisant par leur chute, doivent mettre le feu au vaisseau. On se servira aussi de petits *tubes à main*, que les soldats portent derrière les boucliers et que nous faisons fabriquer nous-mêmes : ils renferment un feu préparé qu'on lance au visage des ennemis.... On jette aussi avec un mangonneau de la poix liquide et brûlante, ou quelque autre matière préparée.

(1) Navires de course.

» ..... Il y a plusieurs autres moyens qui ont été donnés par les anciens, sans compter ceux qu'on peut imaginer et qu'il serait trop long de rapporter ici. Il y en a même tels qu'il est à propos de ne pas divulguer de peur que les ennemis venant à les connaître, ne prennent des précautions pour s'en garantir, et ne s'en servent eux-mêmes contre nous (1). »

Marcus, auteur grec dont la personnalité est fort incertaine, mais qui, selon MM. Reinaud et Favé, a écrit dans la première moitié du XIIIe siècle, fait connaître dans son *Livre des feux pour brûler les ennemis* (*Liber ignium ad comburendos hostes*), les moyens employés par les Grecs du Bas-Empire pour incendier les vaisseaux.

« Prenez, dit Marcus, de la sandaraque pure une livre, du sel ammoniac dissous, même quantité; faites de tout cela une pâte que vous chaufferez dans un vase de terre verni et luté soigneusement. Vous continuerez à chauffer jusqu'à ce que la matière ait acquis la consistance du beurre; ce qu'il est facile de voir en introduisant par l'ouverture du vase une baguette de bois à laquelle la matière s'attache. Après cela vous y ajouterez quatre livres de poix liquide. On évite, à cause du danger, de faire cette préparation dans l'intérieur d'une maison.

» Si l'on veut opérer sur mer, on prendra une outre, une peau de chèvre, dans laquelle on mettra deux livres de la composition que nous venons de décrire, dans le cas où l'ennemi est à proximité; on en mettra davantage si l'ennemi est à une plus grande distance. On attache ensuite cette outre à une broche en fer, dont toute la partie inférieure est elle-même enduite d'une matière huileuse; enfin on place sous cette outre une planche de bois proportionnée à l'épaisseur de la broche et on y met le feu sur le rivage. L'huile s'allume, découle sur la planche, et l'appareil marchant sur les eaux, met en combustion tout ce qu'il rencontre (2) »

(1) *Institutions militaires de l'empereur Léon le philosophe.* Traduction de Joly de Mauzeroy. 1778, t. II, p. 137.

(2) Traduction de M. Hoëfer (*Histoire de la chimie*, t. I).



Ainsi ces brûlots n'avaient pas de mouvement propre, ils devaient être dirigés par des nageurs ou poussés par le vent; la broche qui portait les ingrédients inflammables servait ensuite à fixer, par sa pointe, le feu contre les flancs du vaisseau. Il est certain, comme le remarquent MM. Reinaud et Favé, que cette disposition était très habilement calculée pour le but qu'elle devait atteindre. Une substance enflammée, suspendue au-dessus de la surface de l'eau, protégée par son élévation contre l'atteinte des vagues et qu'un vent léger suffisait à pousser vers les navires, était sans contredit un moyen d'incendie des plus redoutables, surtout quand on en faisait usage pour la première fois et avant que l'ennemi eût appris à se prémunir contre les attaques de ce genre. « Aujourd'hui, disent MM. Reinaud et Favé, l'on possède des moyens d'incendie qui agissent à de grandes distances, et l'on n'en connaît peut-être pas d'aussi efficaces à des distances rapprochées. »

On voit par ce qui précède, que chez les Grecs du Bas-Empire, le feu grégeois fut employé surtout dans les combats sur mer et dans les siéges; dans les combats sur terre, il ne reçut que de rares applications; mais son usage dans la guerre maritime, devait avoir reçu des développements bien étendus, puisque, suivant une chronique anonyme citée par M. Lalanne, le nombre des navires armés de feu grégeois s'éleva jusqu'à deux mille, dans une expédition entreprise sous Romain le jeune contre les Sarrasins de l'île de Crête. Pour bien comprendre d'ailleurs ses effets, il ne faut pas perdre de vue qu'à cette époque les navires ne pouvaient s'attaquer que de près, et que les combattants en venaient tout de suite à l'abordage.

CHAPITRE II.

Le feu grégeois introduit chez les Arabes au XIIIe siècle. — Son emploi durant les croisades. — Ses véritables effets.

Après la prise de Constantinople par les croisés en 1204, la connaissance du feu grégeois se répandit chez les Arabes. Faut-il penser, avec M. Lalanne, que les infidèles en durent la communication à quelque Grec fugitif, ou peut-être même à l'empereur détrôné Alexis III, qui, retiré en 1210 à la cour du sultan d'Iconium, en obtint une armée contre les princes grecs de Nicée, et aurait pu de cette manière chercher à payer au sultan son hospitalité? Il est, selon nous, plus probable que les Arabes empruntèrent aux Chinois l'art des compositions incendiaires. En effet, au VIIe siècle, certains rapports avaient commencé de s'établir entre les Arabes et les Chinois, et ce dernier peuple avait envoyé, au premier siècle de l'hégire, une ambassade à la Mecque. Au VIIIe et au IXe siècle de notre ère, les Arabes et les Persans entretenaient avec les Chinois des relations suivies; ces rapports furent repris au milieu du XIIIe siècle, après la conquête de la Chine par les Mongols. Ce fut donc sans doute par cette dernière voie que les Sarrasins, qui avaient tant souffert des mélanges incendiaires, apprirent à leur tour à les manier à leur profit. Quoi qu'il en soit, dès les premières années du XIIIe siècle, nous voyons les Arabes en possession du feu grégeois.

Les mélanges incendiaires subirent à cette époque un perfectionnement des plus importants dans leur

composition. C'est de ce moment, en effet, que date l'introduction du salpêtre dans les substances destinées à provoquer et à propager l'incendie.

Le salpêtre est dans plusieurs contrées de l'Asie, mais principalement en Chine, un produit naturel. Il y prend naissance spontanément, aux dépens des éléments de l'air. Formé à la surface du sol, sur les lieux élevés, il est dissous par les eaux pluviales qui l'entraînent le long des pentes, dans le fond des vallées; là il pénètre dans l'intérieur du sol; plus tard, par l'effet de la capillarité, cette dissolution, remontant peu à peu à la surface, y produit des efflorescences salines; il suffit de recueillir ces terres pour en retirer le salpêtre par un simple lessivage à l'eau. Cette opération, pratiquée de temps immémorial en Chine, fournit le salpêtre dans un certain état de pureté. Ainsi dès les temps les plus reculés, les Chinois eurent connaissance de ce sel; ils observèrent, par conséquent, la propriété dont il jouit de fuser sur les charbons incandescents, c'est-à-dire de les faire brûler avec un très vif éclat et d'activer la combustion avec une grande énergie. Il est donc tout simple que les Chinois aient eu de bonne heure l'idée d'ajouter le salpêtre à leurs mélanges combustibles. Cependant il est impossible, selon MM. Reinaud et Favé, de fixer avec exactitude à quelle époque les Arabes empruntèrent aux Chinois l'emploi du salpêtre et à quelle époque les Chinois eux-mêmes avaient appris à s'en servir. Il est seulement parfaitement établi qu'avant l'année 1225, date du manuscrit arabe de la bibliothèque de Leyde, que nous avons cité plus haut, les compositions salpêtrées étaient encore ignorées. Mais tous les manuscrits arabes postérieurs à

cette date renferment la description d'un grand nombre de recettes dans lesquelles le salpêtre entre comme agent essentiel. D'après les formules rapportées dans ces traités, le feu grégeois employé chez les Sarrasins était formé de la réunion de diverses substances grasses ou résineuses, auxquelles venaient s'ajouter le salpêtre et le soufre. D'autres renfermaient seulement du soufre, du charbon et du salpêtre dans toutes les proportions imaginables. On trouve même indiqué parmi ces derniers le mélange de 12 ½ de charbon, 12 ½ de soufre et 75 de salpêtre qui forme notre poudre à canon.

Marcus donne les recettes suivantes pour préparer les feux qu'il appelle *feux volants* (1):

« Huile de pétrole, une livre; moelle de *couna ferula*, six livres; soufre, une livre; graisse de bélier, une livre; huile de térébenthine, quantité indéterminée.

» Les feux volants, dit encore Marcus, peuvent être faits de deux manières :

» 1° On prend une partie de colophane, autant de soufre et deux parties de salpêtre; on dissout ce mélange pulvérisé dans de l'huile de lin ou de lamium; on place ensuite cette composition dans un roseau ou dans un bâton creux et l'on y met le feu. Aussitôt il s'envole vers le but et incendie tout.

» 2° On prend une livre de soufre pur, deux livres de charbon de vigne ou de saule, six livres de salpêtre; on broie ces substances avec beaucoup de soin

(1) Les *feux volants* dont parle Marcus étaient des espèces de fusées très analogues aux nôtres. On n'en faisait point usage comme arme de guerre; on s'en servait seulement dans les feux d'artifice. On verra plus loin cependant que c'est par l'observation de leurs effets que l'on a été conduit plus tard à imaginer les premières armes à feu destinées à lancer des projectiles.

dans un mortier de marbre. On met ensuite la quantité que l'on voudra de cette poudre dans un fourreau destiné à voler dans l'air ou à éclater.»

Les Grecs du Bas-Empire avaient surtout appliqué le feu grégeois à la guerre maritime; les Sarrasins n'en firent guère usage que dans les combats sur terre. Mais ils perfectionnèrent beaucoup ce genre d'application, et ce n'est pas sans étonnement qu'on lit dans l'ouvrage de MM. Reinaud et Favé la longue énumération des instruments, des machines, des engins de toutes sortes qui constituaient l'arsenal du feu grégeois. Chez les Arabes, les mélanges incendiaires étaient devenus l'un des principaux moyens d'attaque; on avait étendu leur emploi à toutes les armes, à tous les instruments de guerre. Les Sarrasins attachaient le feu grégeois à leurs lances, à leurs boucliers; ils le lançaient avec des flèches et avec des machines. Le nombre de ces machines était d'ailleurs très considérable et leur mécanisme très varié. On employait les *arbalètes à tour* qui lançaient à l'ennemi le mélange enflammé; les *machines à fronde* destinées à jeter divers projectiles remplis de feu grégeois, tels que des pots de terre, des marmites de fer et même des tonneaux. Il y avait encore les *lances à feu* et les *flèches à feu* dont les formes et les dispositions variaient beaucoup; les *massues à asperger*, espèces de torches armées à leur pointe de feu grégeois brûlant, dont on couvrait son ennemi en brisant sur lui la massue; on employait encore des *tubes à main* qui lançaient en avant un jet de matières enflammées à la manière des fusées (1). En un mot, selon MM. Rei-

(1) Voy. à la fin du volume (Note VI) la description de quelques uns de ces instruments, donnée, d'après un manuscrit arabe, par MM. Reinaud et Favé.

naud et Favé, chez les Arabes « le feu considéré comme moyen de blesser directement son ennemi était devenu l'agent principal d'attaque, et ils s'enservaient peut-être de cent manières différentes (1). »

Un autre moyen qu'ont employé les Arabes pour tirer parti des composés incendiaires, et jeter le désordre et la terreur dans les armées, consistait à lancer contre les bataillons ennemis des cavaliers montés sur des chevaux enveloppés de flammes. On nous permettra de citer un passage de l'ouvrage de MM. Reinaud et Favé qui explique les moyens employés chez les Arabes pour ce genre d'attaque.

« L'invasion des Tartares donna lieu, disent MM. Reinaud et Favé, chez les musulmans de l'Égypte et de la Syrie, à l'emploi d'un autre moyen qui joua un rôle important, et dont les traités arabes d'art militaire parlent assez au long. On sait que, dès la plus haute antiquité, les Indiens firent usage de substances ou de compositions incendiaires pour faire peur aux éléphants, qui composaient jadis dans l'Inde une partie principale des armées. Ces animaux effrayés répandaient le désordre autour d'eux, et quelquefois il n'en fallait pas davantage pour décider du sort d'une grande bataille. Ce moyen était si bien connu, que, lorsque après les conquêtes d'Alexandre les éléphants figurèrent dans les armées occidentales, on l'employa chez les Romains. Les musulmans d'Égypte et de Syrie, vivement pressés par les armées de Houlagou, eurent recours à des moyens analogues pour effrayer les chevaux de l'armée enne-

(1) *Du feu grégeois et des feux de guerre*, p. 51.

mie, et même pour brûler les cavaliers. Des artificiers armés de massues à asperger étaient chargés de répandre la terreur et le trouble par le bruit qu'occasionnait la combustion, et par la menace de répandre une matière brûlante sur le cheval et le cavalier; quelquefois les guerriers portaient sous l'aisselle des flacons de verre remplis de matières incendiaires qu'on lançait sur l'ennemi. Le bout du verre était enduit de soufre. Au moment voulu, on mettait le feu au soufre; le flacon, en tombant, se brisait, et le cheval avec son cavalier étaient enveloppés de flammes. En même temps, on imagina des vêtements imperméables pour garantir les chevaux consacrés à ce service.

» On lit le passage suivant dans le manuscrit arabe de Saint-Pétersbourg :

» Manière d'effrayer la cavalerie ennemie et de la faire fuir. Ce procédé est de l'invention d'Alexandre. Tu revêtiras un bornous de poil, et tu y disposeras des clochettes avec du naphte. Voici comment. Tu prendras un cordon auquel tu attacheras des boutons faits d'étoupe; ce bornous sera imbibé d'huile grasse, depuis la tête jusqu'en bas. Au-dessus de la tête, tu placeras un bonnet de fer garni d'un khesmanat de feutre rouge, que tu arroseras de naphte. Tu prendras à la main une massue à asperger, remplie de colophane en poudre, de sésame, de carthame, de touz et de diverses espèces de graines à huile. Au feutre rouge arrosé de naphte et placé sur ta tête on ajoutera des fusées..... Le cheval sera revêtu d'une manière analogue: une couverture de poil lui enveloppera la croupe, le poitrail, le cou et le reste du corps jusqu'au

jarret. Il sera aussi chargé de fusées. Tu prendras une lance garnie des deux côtés de feutre rouge et de plusieurs fusées. L'étrier sera garni de quelque chose propre à produire un cliquetis, ou de grosses sonnettes. Le cavalier, en s'avançant, mettra tout en mouvement. Tu marcheras, accompagné de deux hommes à pied, vêtus de noir, et portant des massues à asperger, telles qu'elles ont été décrites. Partout où tu te présenteras, l'ennemi prendra la fuite. Dix cavaliers ainsi équipés feraient fuir une troupe nombreuse. »

MM. Reinaud et Favé donnent d'après le même manuscrit d'autres détails sur ce procédé de guerre :

« Manière de couvrir le cheval et le cavalier. On prend du feutre et l'on y applique une préparation protectrice; puis ce feutre sert de doublure (ou de revêtement extérieur) à la chemise (ou cotte), et aux couvertures (ou caparaçons). Cette préparation se compose de vinaigre de vin, d'argile rouge, de talk dissous, de colle de poisson et de sandaraque. On a soin de bien mouiller la chemise, qui est de gros drap, avant d'y fixer les sonnettes; on mouille aussi la doublure qui est appliquée sur le drap; cette doublure n'est pas autre chose que le feutre qui a reçu la préparation protectrice. Ce procédé est très propre à effrayer l'ennemi, surtout lorsqu'il est employé pendant la nuit; car il donne une apparence formidable au groupe qui est ainsi revêtu; en effet, l'ennemi ne se doute pas de ce qui est caché sous ce déguisement qui offre, pour ainsi dire, un objet d'une seule pièce. C'est une ressource précieuse pour quiconque veut recourir à ce stratagème. Mais, d'abord, il est indispensable de familiariser son cheval avec un équipement si

étrange; autrement, le cheval s'effaroucherait et renverserait son cavalier. Voici le moyen qu'on emploie : on bouche les oreilles du cheval avec du coton ; on tient prêtes les fusées....., avec les sonnettes, les massues et les lances; on fait détoner un petit madfaa sur le cheval ; on fait fuser les fusées.....; ensuite on débouche les oreilles du cheval, l'une après l'autre. Cet essai se fait dans un lieu isolé, pour qu'on ne soit vu de personne. Même quand l'essai est terminé, on ne revêtira les chevaux du caparaçon que dans un lieu à part, et loin de tout regard. Étant ainsi habitués, si l'on veut s'avancer au combat, les chevaux savent où on les mène, et s'animent à l'attaque. S'ils sont poussés contre un corps d'armée, quel qu'il soit, ils le rompent. Mais il faut que, devant chaque cavalier, un homme marche à pied, muni d'une massue à asperger. Ce fut le moyen le plus efficace qu'on employa pour repousser Houlagou. Les rois doivent entretenir dans leurs arsenaux ce qui est nécessaire pour en assurer l'effet, surtout contre les ennemis de la religion; si quelques uns ont négligé ce moyen, c'est qu'ils n'en ont pas connu la puissance. Quand le cavalier s'avance vers l'ennemi, les troupes doivent marcher derrière lui : c'est une raison pour qu'il évite de revenir sur ses pas; autrement le désordre se mettrait dans les rangs, et il s'ensuivrait une défaite. Qu'il marche sans crainte; personne n'osera s'opposer à lui, ni avec l'épée, ni avec la lance.

» Il est dit, à la fin du passage, ajoutent MM. Reinaud et Favé, que lorsque l'artificier s'avance vers l'ennemi, toute l'armée doit se mettre en mouvement après lui. C'était pour profiter du désordre qui

ne tardait pas à se mettre dans les troupes ennemies. Une autre chose que l'auteur arabe ne dit pas, et à laquelle il fallait veiller, c'est que les matières incendiaires qui devaient jeter là terreur chez l'ennemi devaient être assez bien ménagées pour qu'on eût le temps de produire l'effet voulu avant qu'elles fussent consumées. Pour cela, on mesurait la distance que l'artificier avait à franchir; et si l'on avait des raisons de croire que l'ennemi épargnerait une partie du chemin, on tenait compte de la différence. En pareil cas, la tactique de l'ennemi consistait à déjouer les calculs. En conséquence, il fallait que le général qui machinait cette espèce de surprise mît le plus grand mystère dans l'opération. C'est ce que fait entendre l'écrivain arabe, quand il dit que, même après que les chevaux étaient suffisamment dressés, on ne devait les revêtir du caparaçon chargé d'artifices que dans un lieu dérobé à tous les regards.

» Voici un exemple sensible de ce qui se pratiquait à cet égard. On était alors dans l'année 699 de l'hégire (1300 de J.-C.). L'armée du sultan d'Égypte en vint aux mains, aux environs d'Émèse en Syrie, avec l'armée de Gazan, khan des Mongols de Perse. Suivant l'historien arabe Makrizi, au moment où l'action allait commencer, Gazan ordonna à ses troupes de rester immobiles, et de ne bouger que lorsqu'il en donnerait le signal. Tout à coup cinq cents mamelouks égyptiens, choisis parmi les artificiers, sortent des rangs de l'armée, leur naphte allumé, et s'élancent de toute la vitesse de leurs chevaux; mais, au bout d'un certain temps, comme les Mongols étaient restés à leur place, le naphte s'éteint, et les artificiers voient leurs

espérances déçues. C'est alors que Gazan commande la charge (1). »

Ce ne fut point cependant contre leurs voisins que les Arabes firent surtout usage du feu grégeois. L'art des feux de guerre avait depuis trop longtemps pris racine dans l'Asie pour que les Orientaux n'eussent point appris de bonne heure à se préserver de leur atteinte. Le feu grégeois fut principalement dirigé contre les chrétiens dont les croisades amenaient les incessantes irruptions sur le sol des infidèles. On connaît par les récits des historiens de ces guerres, l'épouvante que ces moyens de combat semaient dans les rangs des croisés. Il est facile de comprendre en effet la surprise et la terreur profonde que devaient éprouver les Occidentaux, habitués aux luttes loyales de leur pays, où le fer n'avait que le fer à combattre, et qui tout d'un coup se trouvaient en face d'une attaque si étrange et si imprévue. Quel que soit le courage du soldat, il n'aime pas à braver les périls dont il ne connaît pas bien la nature; les dangers qui s'environnent d'un caractère surnaturel ou mystérieux glacent les plus intrépides cœurs. Or l'emploi de ces feux à la guerre avait quelque chose de magique en apparence qui devait très vivement agir sur leur imagination. Qu'on se représente un chevalier chrétien enfermé dans son armure et qui tout d'un coup voit arriver sur lui, au galop de son cheval, un musulman armé du feu grégeois. Avec la *lance à feu* le Sarrasin dirige la flamme ardente contre le visage de son ennemi; avec la *massue à asperger* il couvre sa

(1) *Du feu grégeois* (*Journal asiatique*, n° 16, 1849).

cuirasse du mélange enflammé, et le guerrier tremblant, éperdu à cette apparition magique, croit avec horreur se sentir consumé sous son armure brûlante.

Joinville, dans sa précieuse chronique, nous a laissé de curieux témoignages de l'impression produite par les feux des Sarrasins sur l'armée de saint Louis qui vint porter la guerre sur les bords du Nil en 1248. On nous permettra de reproduire une partie des récits de ce chroniqueur naïf, historien et acteur de ces guerres lointaines.

« Ung soir advint, dit Joinville, que les Turcs amenèrent ung engin qu'ilz appeloient la perrière, ung terrible engin à malfaire : et le misdrent vis à vis des chaz chateilz (1) que Messire Gaultier de Curel et moy guettions de nuyt, par lequel engin il nous gettoient le feu grégeois à planté, qui estoit la plus orrible chose que onsques jamés je veisse. Quant le bon chevalier messire Gaultier mon compagnon vit ce feu, il s'escrie et nous dist : Seigneur, nous sommes perduz à jamais sans nul remède. Car s'ilz bruslent nos chaz chateilz, nous sommes ars et bruslez ; et si nous laissons nos gardes, nous sommes ashontez. Pourquoy je conclu que nul n'est qui de ce péril nous peust défendre, si ce n'est Dieu notre benoist créateur. Si vous conseille à tous, que toutes et quantes foiz qu'ilz nous getteront le feu gregeois, que chacun de nous se gette sur les coudes, et à genoulz : et crions mercy à nostre Seigneur, en qui est toute puissance. Et tantoust que les Turcs getterent le premier coup du feu, nous nous mismes a coudez et a genoulz, ainsi que le

(1) Les *chaz chateilz* dont parle Joinville étaient probablement des tours de bois dans lesquelles se renfermaient durant la nuit les soldats qui devaient défendre des travaux commencés. Les Français travaillaient à se frayer un passage sur une des branches orientales du Nil. Ils avaient construit une digue pour traverser le fleuve ; à droite et à gauche de cette digue ils avaient placé ces *chaz chateilz* que les musulmans s'efforçaient d'incendier pendant la nuit, pour empêcher le passage de l'armée ennemie.

preudoms nous avoit enseigné. Et cheut le feu de cette première folz entre nos deux chaz chateilz, en une place qui estoit devant, laquelle avoient faite nos gens pour estoupper le fleuve. Et incontinent fut estaint le feu par ung homme que nous avions propre à ce faire. La manière du feu grégeois estoit telle, qu'il venoit bien devant aussi gros que ung tonneau, et de longueur la queüe en duroit bien comme d'une demye canne de quatre pans. Il faisoit tel bruit à venir, qu'il sembloit que ce fust fouldre qui cheust du ciel, et me sembloit d'un grant dragon vollant par l'air; et gettoit si grant clarté, qu'il faisoit aussi cler dedans nostre ost comme le jour, tant y avoit grant flamme de feu. Trois foys cette nuytée nous gettèrent le dit feu gregeois avec la dite perrière et quatre foys avec l'arbaleste à tour. Et toutes les fois que nostre bon Roy saint Loys oyoit qu'ils nous gettoient ainsi ce feu, il se gettoit à terre, et tendoit ses mains la face levée au ciel et crioit à haulte voix à nostre Seigneur et disoit en pleurant à grans larmes : *Beau sire Dieu Jésus-Christ, garde moy et tout ma gent*; et croy moy que ses bonnes prières et oraisons nous eurent bon mestier. Et davantage, à chacune foiz que le feu nous étoit cheu devant, il nous envoyoit ung de ses chambellans, pour savoir en quel point nous estions, et si le feu nous avoit grevez. L'une des foiz que les Turcs gettèrent le feu, il cheut de couste le chaz chateil que les gens de monseigneur de Corcenay gardoient, et ferit en la rive du fleuve, qui estoit là devant : et s'en venoit droit à eulz, tout ardant. Et tantoust veez cy venir courant vers moy un chevalier de celle compagnie qui s'envenoit criant : Aidez-nous, sire, ou nous sommes tous ars. Car veez-ci comme une grant haie de feu gregeois, que les Sarrazins nous ont traict, qui vient droit à nostre chastel. Tantoust courismes là, dont besoing leur fut. Car ainsi que disoit le chevalier, ainsi estoit-il, et estaignismes le feu à grant ahan et malaise. Car de l'autre part les Sarrazins nous tiroient à travers le fleuve trect et pilotz dont nous étions tous plains (1). »

Le feu grégeois, dont il est question dans ce curieux passage, était lancé par différentes machines, telles que les ***arbalètes à tour***, les ***flèches à mangonneau***, etc.,

(1) Joinville, *Histoire du roy saint Loys*, 1668, p. 39.

dont MM. Reinaud et Favé nous ont restitué avec beaucoup de bonheur les descriptions et les figures. Joinville parle plus loin du feu grégeois lancé directement à la main par des soldats ou des vilains.

« Devant nous avoit deux héraulz du Roy, dont l'un avoit nom Guilleaume de Bron, et l'autre Jehan de Gaymaches, auxquelz les Turcs qui estoient entre le ru et le fleuve, comme j'ay dit amenèrent tout plain de villains à pié, gens du païs, qui leur gettoient bonnes mottes de terre, et de grosses pierres à tour de braz. Et au darnier, ils amenèrent ung autre villain Turc, qui leur gecta trois foiz le feu gregeois, et à l'une des foiz il print à la robbe de Guilleaume de Bron et l'estaignit tantost, dont besoing lui fut. Car s'il se fust allumé, il fust tout brûlé (1).

» ..... Vous diray tout premier de la bataille du conte d'Anjou, qui fust le premier assailly, parce qu'il leur estoit le plus prouche du cousté de devers Babilone. Et vindrent à lui en façon de jeu d'eschetz. Car leur gens à pié venoient courant sus à leur gens, et les brusloient de feu gregeois, qu'ilz gectoient avecques instruments qu'ilz avoient propices... tellement qu'ilz déconfirent la bataille du conte d'Anjou lequel estoit à pié entre ses chevaliers à moult grant malaise. Et quant la nouvelle en vint au Roy, et qu'on lui eut dit le meschief ou estoit son frère, le bon Roy n'eut en lui aucune tempérance de soy arrester, ne d'attendre nully ; mais soudain ferit des esperons, et se boute parmy la bataille l'épée au poing, jusques au meillieu ou estoit son frère, et très asprement frappoit sur ces Turcs, et au lieu où il veoit le plus de presse. Et là endura-t-il maints coups, et lui emplirent les Sarrazins la cullière de son cheval de feu gregeois (2)..... De l'autre bataille estoit maistre et capitaine le preudoms et hardy messire Guy Malvoisin, lequel fut fort blécié en son corps. Et voians les Sarrazins la grant conduite et hardiesse qu'il avoit et donnoit en sa bataille, ils lui tiroient le feu gregeois sans fin, tellement que une foiz fut, que a grant peine le

(1) Joinville, *Histoire du roi saint Loys*, p. 46.
(2) Joinville, p. 52.

lui peurent estaindre ses gens; mais nonobstant ce, tint-il fort et ferme, sans estre vaincu des Sarrazins(1). »

Comme tous les chrétiens dont il partagea les périls, Joinville avait conçu une grande épouvante des effets du feu grégeois, et cette impression est clairement reconnaissable dans l'extrême exagération de ses récits. Il faut bien le reconnaître en effet, le feu grégeois qui avait exercé de grands ravages dans l'origine, et quand on l'employait à incendier les navires ou à détruire les travaux de défense des cités, était peu redoutable dans les combats corps à corps. Ce n'était à vrai dire qu'une sorte d'épouvantail. Éminemment propre à incendier des barques, de petits bâtiments, des tours de bois, des palissades, objets très combustibles, il était moins redoutable pour les hommes que le fer des lances ou l'acier des épées. Dans toutes les chroniques qui parlent du feu grégeois pendant les croisades, il n'est pas dit une seule fois, selon M. Lalanne, qu'on doive lui attribuer la mort d'un homme. Comme on le voit dans les récits de Joinville, Guillaume de Bron en reçoit un pot sur son bouclier, saint Louis *eut la cullière de son cheval toute remplie*, Guy Malvoisin en est tout couvert, sans qu'il en résulte pour aucun d'eux quelque accident sérieux. On voit d'après cela dans quelles erreurs sont tombés les historiens, qui, sur les récits de Joinville, ont si démesurément grossi les effets du feu grégeois; et com-

(1) Plusieurs autres historiens ont parlé avec détail de ces projectiles incendiaires dont les Arabes tirèrent un si grand parti dans toute la durée des croisades; mais nous nous sommes borné à rappeler les récits de Joinville, dont la fidélité comme chroniqueur est assez établie.

bien il y avait loin de ces projectiles qui, *lancés à la face de l'ennemi et leur brûlant la barbe, leur faisaient prendre la fuite* (1), à ce feu qui, selon Lebeau, *dévorait des bataillons entiers.*

M. Lalanne fait remarquer avec raison que si les effets du feu grégeois eussent été aussi puissants que le disent les écrivains modernes, ils auraient indubitablement opéré une révolution dans l'art de la guerre. Or il n'en est rien, et tous les ouvrages originaux de cette époque montrent que le feu grégeois était loin d'avoir fait abandonner les projectiles même les plus grossiers en usage de toute antiquité. Ainsi l'empereur Léon ordonne de lancer sur les navires ennemis de la poix enflammée, des serpents, des scorpions et autres bêtes venimeuses « et des pots pleins de chaux vive qui, en se brisant, répandent une épaisse fumée dont la vapeur suffoque et enveloppe d'obscurité les ennemis. »

C'est ici le lieu de relever une autre erreur accréditée par tous les historiens ; nous voulons parler de la prétendue *inextinguibilité* du feu grégeois. Au dire de tous nos auteurs, l'eau était impuissante à éteindre l'incendie allumé par ce feu ; le vinaigre, le sable ou l'urine pouvaient seuls arrêter ses ravages. Ce préjugé existait en effet chez les chrétiens, mais ce n'était que le résultat de la terreur que leur inspiraient les effets des mélanges incendiaires. Les écrivains de l'époque ne font nulle part mention de ce fait, et l'examen le moins attentif des textes originaux aurait suffi pour le réduire à sa juste valeur. Il y avait dans l'armée des croisés des *estaigneurs*, pour éteindre l'incendie allumé

(1) Anne Comnène, *Alexiade*, liv. XIII, p. 283.

par les feux des Arabes; c'est ce qu'indique Joinville dans ce passage « *fut estaint le feu par ung homme que nous avions propre à ce faire.* » Il dit en parlant de Guy Malvoisin: « *une fois fut que à grant peine le lui purent eteindre ses gens.* » Il ajoute ailleurs que le feu grégeois ne leur fit aucun mal, parce qu'il tomba dans le fleuve. Mais un autre texte tranche la question d'une manière bien plus concluante encore. Cinname, parlant d'une chasse donnée par des Grecs à un navire vénitien, s'exprime ainsi: « Les Grecs le poursuivirent jusqu'à Abydos et s'efforcèrent de le brûler en lançant le feu mède; mais les Vénitiens, accoutumés à leur usage, naviguèrent en toute sécurité, ayant recouvert et entouré leur navire d'étoffes de laine imbibées de vinaigre. Aussi les Grecs s'en retournèrent-ils sans avoir pu rien faire ni atteindre leur but : car le feu lancé de trop loin, ou ne parvenait pas jusqu'au bâtiment, ou, atteignant les étoffes, était repoussé et *s'éteignait en tombant dans l'eau* (1). »

Ces textes, empruntés au mémoire de M. Lalanne, prouvent que le feu grégeois n'était nullement, comme on l'a toujours prétendu, à l'abri des atteintes de l'eau. On a vu d'ailleurs, à propos des brûlots employés chez les Byzantins, que le feu grégeois destiné à incendier les navires n'était préservé de l'action de l'eau que par l'artifice de l'appareil qui le tenait suspendu à la surface de la mer et hors de l'atteinte des vagues.

Il ne faudrait pas cependant conclure de là que dans certaines limites le feu grégeois ne pût résister à l'action

(1) Cinnamus, p. 129.

de l'eau. La présence du salpêtre, qui fournissait au mélange incendiaire assez d'oxygène pour que sa combustion pût se passer de l'oxygène atmosphérique, pouvait lui permettre de brûler pendant quelque temps hors du contact de l'air. Plusieurs de nos pièces d'artifice de guerre peuvent de la même manière brûler quelque temps sous l'eau, et tous nos canonniers savent qu'ils ne peuvent empêcher leur *lance à feu* de brûler autrement qu'en la coupant. Si pour l'éteindre ils mettaient le pied sur la partie qui flambe, ils brûleraient leur soulier sans y parvenir. Mais il y a loin de cet effet momentané à tout ce qu'ont écrit les historiens sur ce feu « que l'eau nourrissait au lieu de l'éteindre. »

CHAPITRE III.

Naissance de la poudre à canon au XIVe siècle. — Ses premiers usages. — Invention des bouches à feu. — Les canons employés pour la première fois à Florence en 1325. — Leur usage répandu chez les différentes nations de l'Europe. — Berthold Schwartz perfectionne la fabrication des bouches à feu. — Derniers progrès de l'artillerie.

Nous arrivons à l'époque où les compositions incendiaires des Arabes subissent la transformation qui doit produire la poudre à canon des temps modernes. Ce n'est qu'au XIVe siècle que fut observée d'une manière positive la force de projection des poudres salpêtrées. Les Arabes avaient appris des Chinois à

mélanger le salpêtre au charbon et au soufre. Cependant cette espèce de poudre ne pouvait produire encore tous les effets de l'explosion ; elle fusait, mais ne détonait pas ; on ne l'employait que pour rendre plus vive la combustion des mélanges incendiaires, ou tout au plus pour servir d'amorce. Le salpêtre dont les Arabes faisaient usage était en effet assez impur ; il renfermait plusieurs autres sels, et particulièrement du sel marin : or la présence de ces sels étrangers non combustibles avait pour résultat de retarder l'inflammation des mélanges incendiaires ; dès lors ils ne pouvaient que fuser, c'est-à-dire que leur combustion, au lieu de se faire brusquement et sur toute la masse à la fois, ne se propageait que lentement et de place en place. Mais au XIVe siècle le progrès des arts chimiques chez les Arabes permit de mieux purifier le salpêtre et de le débarrasser des matières étrangères non combustibles ; ce sel put dès ce moment provoquer tous les phénomènes de l'explosion et l'on put appliquer sa puissance de projection à lancer au loin des projectiles.

Une grande incertitude avait régné jusqu'ici sur l'époque où l'on vit se réaliser la découverte des propriétés explosives de la poudre, et sur la contrée qui fut la première le théâtre de cette observation capitale qui devait peser d'un si grand poids dans les destinées du monde. D'après les documents nouveaux récemment mis en lumière par MM. Reinaud et Favé, c'est aux Arabes qu'appartiendrait l'honneur de cette découverte. Ces savants auteurs ont trouvé dans un manuscrit arabe de la bibliothèque de Saint-Pétersbourg, qui remonte au XIVe siècle, la description de certaines

armes à feu extrêmement imparfaites, et qui, en raison de cette imperfection même, semblent marquer les débuts de la découverte et de l'application de la force explosive de la poudre.

Voici un passage de ce manuscrit dans lequel il s'agit évidemment d'une manière de lancer un projectile au moyen de la poudre à canon :

« Description de la drogue à introduire dans les madfaa, avec sa proportion : baroud, dix ; charbon, deux drachmes ; soufre, un drachme et demi. Tu le réduiras en poudre fine et tu rempliras un tiers du madfaa ; tu n'en mettras pas davantage, de peur qu'il ne crève. Pour cela, tu feras faire, par le tourneur, un madfaa de bois, qui sera pour la grandeur en rapport avec sa bouche ; tu y pousseras la drogue avec force ; tu y ajouteras, soit le bondoc, soit la flèche et tu mettras le feu à l'amorce. La mesure du madfaa sera en rapport avec le trou ; s'il était plus profond que l'embouchure n'est large, ce serait un défaut. Gare aux tireurs ! fais bien attention. »

Dans ce passage, l'instrument qui reçoit la poudre est appelé *madfaa :* c'est le nom qui sert quelquefois, chez les Arabes, à désigner le fusil. La poudre est composée de dix parties de salpêtre, de deux parties de charbon, et d'une partie et demie de soufre. On ne remplit de poudre que le tiers du madfaa, de peur qu'il ne crève. Par-dessus la poudre, on mettait un bondoc, c'est-à-dire une aveline, ou bien une flèche. Les figures qui sont jointes au texte représentent, selon MM. Reinaud et Favé, un cylindre assez court porté sur un long manche qui fait suite à son axe. Cet instrument ressemble beaucoup aux massues incendiaires connues sous le nom de *massues à asperger.*

Voici un second passage du manuscrit de Saint-

Pétersbourg contenant la description d'une arme à feu analogue à la précédente :

« Description d'une lance de laquelle, quand tu te trouveras en face de l'ennemi, tu pourras faire sortir une flèche qui ira se planter dans sa poitrine. Tu prendras une lance que tu creuseras dans sa longueur, à une étendue de quatre doigts près; tu foreras cette lame avec une forte tarière, et tu y ménageras un madfaa ; tu disposeras aussi un pousse-flèche en rapport avec la largeur de l'ouverture; le madfaa sera de fer. Ensuite tu perceras sur le côté de la lance un petit trou ; tu perceras également un trou dans le madfaa ; puis tu prendras un fil de soie brute que tu attacheras au trou du madfaa ; tu le feras entrer par le trou qui est sur le côté de la lance. Tu te procureras, pour cette lance une pointe percée à son sommet, de manière que, lorsque tu tireras, le madfaa pousse fortement la flèche, par la force de l'impulsion que tu auras communiquée ; le madfaa marchera avec le fil, mais le fil retiendra le madfaa, de manière à l'empêcher de sortir de la lance avec la flèche. Quand tu monteras à cheval, ainsi armé, tu auras soin de te munir d'un troussequin : c'est afin que la flèche ne sorte pas de la lance. »

Il s'agit ici, selon MM. Reinaud et Favé, d'une lance disposée de telle manière que lorsqu'on était en face de l'ennemi, il en sortait un trait qui allait lui percer le sein. Pour cela on logeait dans la lance un madfaa de fer, qui recevait la poudre. Une flèche, dont la grosseur était proportionnée à l'ouverture, était introduite dans le creux de la lance, pour en sortir au moment favorable.

Les instruments dont la description est rapportée dans ces deux passages du manuscrit arabe représentent donc des armes à feu imparfaites, et paraissent former la transition entre les instruments purement incendiaires employés chez les Grecs et les Arabes d'Afrique au XIII[e] siècle, et les armes à feu proprement

dites, dans lesquelles on met à profit la force de projection de la poudre pour lancer au loin des projectiles meurtriers. Ces premières armes à feu étaient destinées à agir de très près et presque par surprise, car cette espèce de lance ne pouvait projeter qu'à une très faible distance, en raison de l'impureté de la poudre, l'aveline, la flèche ou le projectile quelconque qu'elle contenait.

L'opinion de MM. Reinaud et Favé, qui attribuent aux Arabes la découverte de la propriété explosive des poudres salpêtrées, s'appuie donc sur des faits très acceptables. Ce qui peut d'ailleurs la confirmer, selon nous, c'est l'état avancé des arts chimiques chez cette nation. Pendant le moyen âge, l'Espagne, occupée et régie par les Arabes, était devenue le foyer le plus brillant des lettres et des arts ; les sciences chimiques s'y trouvaient particulièrement en honneur. La découverte des propriétés explosives de la poudre n'est que la conséquence de la purification du salpêtre par les procédés chimiques ; il est donc probable que c'est aux Arabes que doit revenir l'honneur de cette observation importante.

La poudre préparée au XIVe siècle était extrêmement imparfaite. On l'obtenait sous forme de poussier, état qui lui enlève une grande partie de sa force ; en outre, le salpêtre qui servait à sa fabrication était fort impur. Cette poudre, qui ne donnait lieu qu'à une explosion assez lente, n'aurait donc pu imprimer aux projectiles une vitesse assez grande pour percer les cuirasses et les armures métalliques en usage à cette époque. Aussi durant le XIVe siècle les projectiles lancés par les bouches à feu ne furent que très rarement dirigés

contre les hommes. La poudre servit surtout à lancer de grosses pierres qui, par leur chute, écrasaient les édifices et ruinaient les défenses extérieures des places. Tel fut le premier emploi des bouches à feu, qui prirent le nom de *bombardes* ou *bastons à feu*.

Mais les bombardes ne furent pas destinées seulement à lancer de lourds projectiles contre les travaux de défense des villes assiégées, elles servirent encore à jeter à l'ennemi le feu grégeois et les compositions incendiaires. On nous permettra d'insister sur ce point particulier; il nous fournira l'occasion de montrer que l'usage et le secret du feu grégeois n'ont aucunement été perdus, comme on l'entend dire tous les jours. En effet, la découverte de la poudre à canon ne fit pas complétement abandonner l'emploi des mélanges incendiaires; on les conserva comme un moyen d'attaque utile en plus d'une circonstance. Les Européens eux-mêmes finirent par en faire usage, et tous ces phénomènes de combustion qui avaient paru si effrayants aux Occidentaux du VIIIe au XIIIe siècle leur étaient devenus plus tard d'un usage familier.

Il est souvent question du feu grégeois dans les chroniques de Froissart. En racontant le siége du château de Romorantin par le prince de Galles, cet historien dit en parlant des Anglais :

« Si ordonnèrent à apporter canons avant et à traire carreaux et feu grégeois dedans la basse cour : car si cil feu s'y voulait prendre, il pourroit bien tant multiplier qu'il se bouteroit au toit des couvertures des tours du châtel... Adonc fut le feu apporté avant, et trait par bombardes et par canons en la basse cour, et si prit et multiplia tellement que toutes ardirent (1). »

(1) *Chroniques de Froissart*, t. I, p. 337, édit. 1837.

Le nom du feu grégeois se retrouve chez presque tous les auteurs de pyrotechnie du XVIe siècle, et on lit dans les ouvrages de cette époque la description détaillée des divers instruments à feu en usage en Europe vers le XVe et le XVIe siècle. Voici par exemple, suivant un de ces écrivains, Biringuccio, la manière de faire les lances à feu.

« Moyen de faire langues à feu pour getter où il vous plaira attachées à la pointe des lances.

» Pour la défense d'une forteresse, ou pour dresser une escarmouche de nuit, ou pour assaillir un camp, c'est chose utile d'attacher à la pointe des lances des gens de cheval, et sur la cime des piques des gens de pié, certains canons de papier posez dans autres de bois longs de demi-brasse. Lesquels vous remplirez de grosse poudre avec laquelle vous meslerez pièce de feu grégeoix, de soufre, grains de sel commun, lames de fer, voire brisé et arsenic cristallin. Et le tout pousserez dedans à force, et après avoir mis quelque chose au devant, tournerez l'issue du feu contre voz ennemis. Lesquels resteront effrayez au possible, appercevant une langue de feu excédant en longueur deux brasses, faisant un bruit épouvantable. Et peut ceste façon de langue grandement servir à ceux qui veuillent faire profession des armes sur la mer (1). »

Comme le remarquent MM. Reinaud et Favé, on voit que c'est bien là l'art des anciens Arabes : l'effet des instruments est le même, leur disposition toute semblable; seulement l'imagination n'ajoutant plus à la crainte que ces armes inspiraient, leur usage se borne à des circonstances rares et exceptionnelles.

Les écrivains de cette époque signalent quelques actions de guerre dans lesquelles on eut recours à ces

(1) Vanoccio Biringuccio, *la Pyrotechnie*, traduite de l'italien par Jacques Vincent. Paris, 1572, folio 164.

moyens. Daniel Davelourt, dans sa *Briefve instruction sur le faict de l'artillerie en France*, imprimée en 1597, parle de l'usage que l'on fit du feu grégeois au siége de Pise.

« Toute chose seiche et qui brusle facilement, multipliant le feu par quelque propre et intérieure nature, se peut mettre à composition du feu: comme sont, soulphre, salpêtre, poudre à canon, huile de lin, de pétrole, et de térébenthine, poix raisine, camphre, chaux vive, sel ammoniac, vif argent et autres telles matières dont on a accoustumé de faire trompes, pots, cercles, langues, piques, lances à feux, et autres feux artificiels propres à refroidir l'ardeur de ceux qui vont les plus hardis assaillir une bresche.

» Comme l'on cogneut au siége de Pise, où les Florentins, soubs la conduite de Paul Vitelli, ayant fait la brèche raisonnable, et les Pisans se réparant par dedans avec fossés et terrasses, encore adjoutèrent-ils les feux grégeois et artificiels, avec lesquels ils empeschèrent que les Florentins ne peurent exécuter leur dessein. Les soldats de Véronne attendant l'assaut des Français, dressèrent pots de feu artificiels et autres fricassées, qui leur donnaient aux flancs et par derrière les remparts. »

Zantfliet affirme dans ses Chroniques que le feu grégeois était usité en Hollande en 1420. Il fut encore employé en 1453 au siége de Constantinople par Mahomet II. Les assiégés et les assiégeants en faisaient usage chacun de leur côté. L'historien Phrantzès, cité par M. Lalanne, rapporte qu'un Allemand nommé Jean, très habile à manier le feu grégeois, et qui dirigeait la défense de la ville, se servait de ce feu pour faire sauter des mines. Ainsi en 1453 les compositions incendiaires étaient encore employées concurremment avec l'artillerie, et l'on avait trouvé le moyen d'en tirer un parti nou-

veau en l'appliquant à l'art des mines. On peut donc établir, en s'appuyant exclusivement sur des données historiques, que le secret du feu grégeois n'a jamais été perdu.

Ainsi les bouches à feu furent employées dans l'origine pour lancer des pierres contre les remparts extérieurs des cités, et aussi pour jeter le feu grégeois. Cependant à mesure que la préparation de la poudre à canon se perfectionna, et que les projectiles purent recevoir une vitesse suffisante pour percer les armures métalliques, ce dernier usage se perdit, et le nom même du feu grégeois finit par s'oublier. C'est alors seulement que les bouches à feu commencèrent à jouer un rôle important dans les armées. Suivons rapidement leurs progrès dans les diverses contrées de l'Europe.

Presque tous les peuples ont revendiqué à leur tour le contestable honneur d'avoir les premiers fait usage du canon. Ce point très longtemps débattu est maintenant éclairci d'une manière satisfaisante.

D'après l'historien espagnol Conde, les Arabes auraient les premiers employé le canon en Europe. Assiégés en 1259 à Niebla, en Espagne, par les populations dont ils avaient envahi le territoire, ils se défendirent en lançant des pierres et des dards « avec des machines et des traits de tonnerre avec feu. » Le même historien rapporte aussi un exemple de l'usage du canon en Espagne en 1323, lorsque le roi de Grenade, ayant mis le siége devant Baza, se servit contre la ville : « de machines et engins qui lançaient des globes de feu avec grand tonnerre. »

Cependant comme il n'existe aucun ouvrage technique qui puisse venir en aide à ces textes trop peu

explicites, il est difficile de savoir si les machines à feu dont parle l'historien espagnol étaient véritablement des canons, ou si ce n'étaient pas simplement des balistes, des mangonneaux ou des machines à fronde, depuis si longtemps employés chez les Arabes pour lancer des matières combustibles et des carcasses incendiaires, qui, préalablement remplies de feu grégeois, s'enflammaient avec une violente explosion (1). Les termes dont se sert l'auteur ne permettent pas de prononcer. Espérons que quelques documents encore enfouis dans les archives espagnoles viendront un jour jeter la lumière sur cette question, l'une des plus curieuses et des plus controversées de l'histoire de l'artillerie.

En l'absence de textes plus positifs, la priorité de l'emploi du canon ne saurait être contestée à l'Italie. Dans son *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, M. Libri rapporte une pièce authentique de la république de Florence, datée du 11 février 1325, qui constate que *les prieurs*, *le gonfalonier et les douze bons hommes* ont la faculté de nommer deux officiers chargés de faire fabriquer des boulets de fer et des canons de métal pour la défense des châteaux et des villages appartenant à la république de Florence. Cette pièce suffit évidemment pour établir l'existence des bouches à feu en Italie dès l'année 1325.

(1) Ces machines à fronde en usage pendant tout le moyen âge dans la guerre de siéges avaient une force de projection très considérable. Les assiégeants lançaient aussi dans les villes des pierres énormes qui, tombant sous un angle élevé, écrasaient les maisons et les édifices. On lança même par ce moyen les prisonniers faits à l'ennemi.

A partir de l'année 1326, les historiens italiens mentionnent assez souvent l'emploi des armes à feu. Nous nous bornerons à citer l'attaque de Cividale en 1331 (1).

L'usage de la poudre à canon s'est introduit de très bonne heure en France. L'histoire a constaté son emploi en 1339 au siége de Puy-Guillem, et pendant la même année au siége de Cambrai par Édouard III. Elle a également établi la fabrication de canons à Cahors en 1345, ainsi que l'usage à la même époque des boulets et des balles de plomb.

Les Anglais n'ont adopté qu'après nous la poudre à canon (2); ils ont cependant sur tous les peuples de l'Europe l'avantage d'avoir les premiers employé l'artillerie en rase campagne. On sait l'usage funeste qu'ils en firent contre nous à la journée de Crécy, le 26 août 1346. Selon la chronique de Saint-Denis, le roi Philippe de France venant à l'encontre des Anglais, ceux-ci « tirèrent trois canons, d'où il arriva que les arbalétriers génois qui étaient en première ligne tournèrent le dos et cessèrent le combat. » L'historien Villani ajoute que les Anglais lançaient de petites balles de fer pour effrayer les chevaux : « Le roi d'Angleterre

(1) Lacabane, *Bibliothèque de l'École des chartes*, 2e série, t. I, p. 35.

(2) C'est un écrivain anglais qui a le premier propagé l'opinion, si répandue et si inexacte, d'après laquelle Roger Bacon est regardé comme l'inventeur de la poudre à canon. Plot, dans son ouvrage, *The natural history of Oxford*, attribue à son compatriote l'honneur de cette découverte, d'après ce fait que personne n'aurait parlé de la poudre avant Roger Bacon. Or tout ce que dit en plusieurs endroits de son livre, au sujets des effets explosifs de la poudre, l'auteur de l'*Opus majus*, est évidemment emprunté et presque copié de l'ouvrage de Marcus. On voit sur quels fondements repose une opinion qui a joui cependant de tant de crédit depuis trois siècles.

ordonna à ses archers, dont il n'avait pas grand nombre, de faire en sorte avec les bombardes de jeter des boules de fer avec du feu pour effrayer et disperser les chevaux des Français..... Les bombardes menaient si grande rumeur et tremblement, qu'il semblait que Dieu tonnât, avec grande tuerie de gens et déconfiture de chevaux. » Selon Villani, le désordre des Français arriva surtout par suite de l'embarras des corps morts laissés par les Génois ; toute la campagne était jonchée de chevaux et de gens renversés, tués et blessés par les bombardes et les flèches.

Le revers éprouvé par les troupes françaises à la journée de Crécy fut attribué à l'emploi des bouches à feu, et ce fait qui produisit une grande sensation, eut pour résultat de faire adopter l'artillerie par toutes les grandes nations militaires de l'Europe. Jusque-là, en effet, le canon n'avait encore agi que contre les édifices et les murailles des villes ; son emploi contre les hommes avait rencontré, dans l'Occident, les plus vives répugnances. Pour les guerriers du moyen âge, c'était une félonie que d'employer à la guerre ces armes perfides qui permettaient au premier vilain de tuer un brave chevalier, qui donnaient aux timides et aux lâches le moyen d'attaquer à couvert et à distance les plus intrépides combattants. Au XII[e] siècle, le second concile de Latran, dont les décisions faisaient loi pour toute la chrétienté, avait défendu l'usage de toutes les machines de guerre dirigées contre les hommes, comme « trop meurtrières et déplaisant à Dieu. » Christine de Pisan, qui a composé sous Charles VI un Traité de l'art de la guerre, parle du feu grégeois et des compositions analogues usitées de son temps, comme d'un

moyen déloyal et indigne d'un chrétien. Enfin il suffit de citer à ce sujet le serment exigé au moyen âge des artilleurs allemands qui devaient jurer « de ne point tirer le canon de nuit ; de ne point cacher de feux clandestins....., et surtout de ne construire aucuns globes empoisonnés ni autres sortes d'invention, et de ne s'en servir jamais pour la ruine et la destruction des hommes, estimant ces actions injustes autant qu'indignes d'un homme de cœur et d'un véritable soldat (1). »

Les Anglais, qui à toutes les époques ont marché hardiment et sans scrupule vers tout ce qui peut contribuer à servir leurs desseins, furent les premiers à fouler aux pieds l'opinion de leur temps. L'exemple une fois donné, les autres nations n'hésitèrent plus à entrer dans cette voie et ne tardèrent pas à élever leurs ressources militaires à la hauteur de celles de leurs voisins. Aussi voit-on, après la bataille de Crécy, l'usage des armes à feu se généraliser en France et se répandre bientôt dans toute l'Europe. A dater de cette époque, Froissart ne manque plus de faire l'énumération des pièces d'artillerie qui marchent à la suite des armées. C'est ainsi qu'il mentionne l'usage des armes à feu devant Calais en 1347, à l'attaque de Romorantin ; en 1356 et en 1358, à la défense de Saint-Valéry ; en 1359, contre les murailles de Mons et le château de la Roche-sur-Yon. Enfin de 1373 à 1378, on trouve l'emploi du canon cité contre un grand nombre de villes et de châteaux. L'esprit d'indépendance des communes se développant de plus en plus dans les provinces françaises, les villages et les bourgs ne manquèrent pas de s'emparer à leur tour de ce puissant moyen de défense

(1) Siemenowitz, *Grand art de l'artillerie*, p. 299.

contre les envahissements et les attaques de la féodalité. Chaque ville libre voulut avoir à sa solde son *maître d'artillerie et ses artillers*. Dès l'année 1348, Brives-la-Gaillarde était défendue par cinq canons, et dans les années 1349 et 1352 la ville d'Agen en avait placé à ses principales portes et dans ses quartiers les plus exposés (1).

Aussi les bouches à feu, qui à la bataille de Crécy se comptaient par unités, augmentent bientôt en nombre d'une manière prodigieuse. A l'assaut de Saint-Malo en 1376, les Anglais avaient « bien quatre cents canons postés autour de la place (2), » ce qui ne les empêcha pas d'être repoussés par Clisson et du Guesclin. Sous Charles VI, en 1411, on compte à l'armée du duc d'Orléans *quatre mille que canons que couleuvrines* (3). Enfin l'armée des Suisses qui remporta en 1476 sur Charles le Téméraire la sanglante victoire de Morat avait dans ses rangs, selon le récit de Philippe de Commines, dix mille coulevrines (4); seulement il est bien entendu qu'ici les armes à feu ont été réduites à de petites dimensions, et sont devenues des armes à main comme nos fusils.

Vers l'année 1370, la marine adoptant l'usage de l'artillerie, les navires de guerre et de commerce commencèrent à disposer des canons à leur bord.

On voit, d'après l'ensemble des faits qui viennent d'être rapportés, ce qu'il faut penser de l'opinion

(1) Lacabane, *Bibliothèque de l'École des chartes*, 2e série, t. I, p. 46.

(2) Froissart, *Histoire et chronique*, Lyon, 1559, vol. I, p. 439 et 458, et vol. II, p. 27.

(3) Juvénal des Ursins, *Histoire de Charles VI*, p. 213.

(4) *Mémoires*, livre V, chap. 3.

des historiens qui ont prétendu nier l'emploi de la poudre dans les armées d'Europe au XIV° siècle. Cette opinion a prévalu assez longtemps, appuyée sur des interprétations vicieuses de quelques textes historiques. On sait, pour ne citer qu'un exemple, que l'existence de l'artillerie en France en 1339 a été prouvée par le fameux extrait, cité par du Cange, du registre de la chambre des comptes qui porte: « *Payé à Henri de Fumechon pour achat de poudre et autres objets nécessaires aux canons employés devant Puy-Guillem.....* » Or l'historien Temnler veut que dans ce document on lise *poutré* au lieu de *poudre*. D'un autre côté, le père Lobineau, dans son *Histoire de Bretagne*, fait des efforts d'esprit imaginables pour prouver que les canons dont il est question dans la romance faite en 1382 en l'honneur de du Guesclin n'étaient que *des espèces de clarinettes*. N'en déplaise à ces érudits chroniqueurs, le sénéchal de Toulouse, Pierre de la Pallu, qui assiégeait Puy-Guillem en 1339, affrontait autre chose que des poutres, et le vaillant du Guesclin ne bravait pas des clarinettes.

Pendant que la France multipliait ses bouches à feu, l'Allemagne apportait un perfectionnement capital à leur fabrication. Jusque-là les canons avaient été fabriqués au moyen de pièces de fer reliées entre elles par des liens circulaires, comme le sont les douves de nos tonneaux; les arts métallurgiques ayant fait de grands progrès en Allemagne, on trouva dans ce pays l'art d'obtenir des bouches à feu par la fusion d'un alliage métallique d'une dureté considérable qui permettait à la pièce de résister aisément à l'action du tir.

S'il faut s'en rapporter aux textes cités par M. le

colonel Tortel (1), l'auteur de ce perfectionnement remarquable de l'artillerie ne serait autre que Berthold Schwartz, le même auquel la tradition attribue la découverte des effets explosifs de la poudre. En admettant cette identité, qui paraît difficilement contestable d'après des textes nouveaux récemment découverts et commentés avec beaucoup de bonheur par M. Lacabane (2), Berthold Schwartz reprendrait dans l'histoire de nos découvertes la place qu'il avait perdue, et les événements de sa vie, longtemps contestés, pourraient être acceptés par la critique.

Berthold Schwartz était un cordelier de Fribourg. Les écrivains allemands sont loin de s'accorder sur la date de son invention qu'ils placent en 1320, 1330, 1350, 1378 et 1380. Il est cependant bien établi qu'il se rendit à Venise en 1378 et qu'il y fit connaître le nouveau perfectionnement qu'il avait apporté à la fabrication des bouches à feu. Ses canons furent essayés, et les Vénitiens en firent usage au siége de Chiozza en 1380. Cependant les magistrats de Venise, fidèles aux vieilles habitudes des républiques italiennes, récompensèrent mal l'inventeur. Le siége terminé, pour se dispenser de payer à Berthold Schwartz la récompense promise, on le fit jeter en prison, et du fond de son cachot il revendiqua inutilement l'honneur et le prix de ses services. Une croyance populaire menace tous les auteurs d'inventions funestes à l'humanité du destin de périr eux-mêmes victimes de leurs pernicieuses découvertes : Berthold Schwartz aurait fourni une frappante confirmation de cette pensée, s'il est

(1) *Spectateur militaire*, 15 septembre 1841, p. 623.
(2) *Loc. cit.*, p. 46.

vrai, comme l'ont écrit les Fribourgeois, que l'empereur Venceslas, pour punir cet homme de sa terrible invention, l'ait fait attacher à un baril de poudre auquel on mit le feu.

L'artillerie, ainsi perfectionnée en Italie et en Allemagne, fit bientôt en France de nouveaux progrès dans le détail desquels il serait hors de propos de nous engager; c'est à cette circonstance que l'armée de Charles VIII dut ses triomphes si rapides dans la campagne de Naples. Enfin le rôle de l'artillerie et de la poudre à canon ayant pris tous les jours plus d'importance dans les armées, François I[er] établit dans le royaume un grand nombre de fonderies, de poudreries et d'arsenaux. C'est sous le règne de ce prince que fut rendue l'ordonnance qui institue et règle pour la première fois l'administration des poudres et salpêtres.

CHAPITRE IV.

Perfectionnements apportés dans les temps modernes à la composition de la poudre à canon. — Essais pyrotechniques de Dupré et de Chevallier. — Poudre à chlorate de potasse expérimentée par Berthollet en 1788.

Nous ne suivrons pas plus loin cette histoire rapide des emplois de la poudre à canon; la revue des perfectionnements successifs qui ont amené l'artillerie européenne au degré éminent où nous la voyons de nos jours appartient spécialement à l'histoire militaire. Ici nous devons nous en tenir à envisager, sous le rapport

scientifique les modifications apportées à la composition des poudres de guerre. A ce point de vue, notre tâche est à peu près terminée ; depuis deux siècles, en effet, la fabrication et l'emploi de l'agent qui nous occupe n'ont fait que des progrès presque insensibles, et pour arriver jusqu'à notre époque nous n'avons à signaler que quelques essais curieux, mais restés sans applications. C'est dans cette catégorie qu'il faut ranger les essais entrepris sous Louis XV par Dupré, pour retrouver le feu grégeois ; ceux que fit à la fin du dernier siècle le célèbre chimiste Berthollet, dans le but de modifier la composition de la poudre ; enfin les expériences pyrotechniques de Chevallier exécutées sous l'empire.

Dupré, né aux environs de Grenoble, était orfèvre à Paris. En essayant de fabriquer de faux diamants, il découvrit, dit-on, par hasard une liqueur inflammable d'une activité prodigieuse. Chalvet, qui rapporte ce fait dans sa *Bibliothèque du Dauphiné*, assure que cette liqueur consumait tout ce qu'elle touchait, qu'elle brûlait dans l'eau et reproduisait en un mot tous les effets anciennement attribués au feu grégeois. Dupré fit instruire Louis XV de sa découverte, et, d'après ses ordres, il exécuta quelques expériences à Versailles, sur le canal et dans la cour de l'arsenal à Paris. C'était en 1755, on était engagé contre les Anglais dans cette guerre désastreuse qui devait amener la ruine de notre puissance navale. Dupré fut envoyé dans divers ports de mer pour essayer contre les vaisseaux l'action de sa liqueur incendiaire. Les effets que l'on produisit furent si terribles, que les marins eux-mêmes en furent épouvantés. Cependant

Louis XV, cédant à un noble sentiment d'humanité, crut devoir renoncer, malgré les pressantes nécessités de la guerre, aux avantages que lui promettait cette invention. Il défendit à Dupré de publier sa découverte, et pour assurer son silence il lui accorda une pension considérable et la décoration de Saint-Michel. Dupré est mort sans avoir trahi son secret; mais Chalvet avance une atrocité inutile lorsqu'il prétend que l'opinion commune accusa Louis XV d'avoir précipité sa mort.

Selon M. Coste, un artificier nommé Torré aurait retrouvé sous le ministère du duc d'Aiguillon un secret analogue à celui de Dupré. « Le secret du feu grégeois, dit M. Coste, a été retrouvé en France, sous le ministère du duc d'Aiguillon, par un metteur en œuvre qui ne le cherchait certainement pas et qui travaillait au Havre à des pierres de composition. Mon témoignage à cet égard est irrécusable, car c'est moi qui ai rédigé le *Mémoire au conseil*, par lequel cet honnête artiste faisait hommage au roi de sa funeste découverte, lui demandait ses ordres, et offrait d'enfermer dans un canon de bois qu'un seul homme pouvait porter sept cents flèches remplies de sa composition, lesquelles s'enflammeraient, éclateraient et mettraient le feu en tombant. Cet appareil et le canon de bois qui devait porter le feu grégeois à huit cents toises étaient de l'invention de l'artificier Torré (1). » Toutefois cette idée n'a jamais eu de suite, et le nom de l'artificier Torré est aujourd'hui complétement inconnu.

(1) *Essai sur de prétendues découvertes nouvelles*, 1803.

Il en a été autrement de l'invention du mécanicien Chevallier, sur laquelle la fin tragique de son auteur appela quelque temps l'attention du public. Chevallier, ingénieur et mécanicien à Paris, avait réussi à préparer des fusées incendiaires qui brûlaient dans l'eau, et dont l'effet était, dit-on, aussi sûr que terrible. Les expériences pyrotechniques, faites le 30 novembre 1797 à Meudon et à Vincennes, en présence d'officiers généraux de la marine, et reprises à Brest le 20 mars suivant, montrèrent que ces fusées, qui avaient quelques rapports avec nos fusées à la Congrève, reproduisaient une partie des effets que l'on rapporte communément au feu grégeois.

Chevallier s'occupait à perfectionner ses compositions incendiaires lorsqu'il périt victime d'une fatale méprise politique. Depuis le commencement de la révolution, il s'était fait remarquer par l'exaltation de ses idées républicaines; en 1795, il avait déjà été arrêté comme agent d'un complot jacobin et mis en liberté à la suite de l'amnistie de l'an IV. En 1800, dénoncé à la police ombrageuse de l'époque comme s'occupant, dans un but suspect, de fusées incendiaires et de préparations d'artifice, il fut emprisonné sous la prévention d'avoir voulu attenter aux jours du premier consul. Cette affaire ne pouvait avoir aucune suite sérieuse, et Chevallier s'apprêtait à sortir de prison, lorsque, par une fatale coïncidence, arriva l'explosion de la machine infernale. Chevallier n'avait eu évidemment aucune relation avec les auteurs de cet horrible complot; cependant il fut traduit quelques jours après devant un conseil de guerre, condamné à mort, et usillé le même jour à Vincennes.

Les essais entrepris par Berthollet en 1788 pour remplacer le salpêtre de notre poudre à canon par le chlorate de potasse ont un caractère scientifique sérieux et sont plus connus que les faits précédents.

En étudiant les combinaisons oxygénées du chlore, Berthollet avait découvert les chlorates, genre de sels des plus remarquables par leurs propriétés chimiques. Les chlorates sont des composés qui se détruisent avec une facilité extraordinaire et comme ils renferment une très grande quantité d'oxygène, cette prompte décomposition fait de cette classe de sels un des agents de combustion les plus actifs que l'on possède en chimie. Le chlorate de potasse mélangé avec du soufre, avec du charbon ou du phosphore, constitue un mélange tellement combustible que le choc du marteau suffit pour le faire détoner. Aussi, quand on triture rapidement dans un mortier de bronze un mélange de chlorate de potasse, de soufre et de charbon, il se produit des détonations successives qui imitent des coups de fouet et l'on voit s'élancer hors du vase des flammes rouges ou purpurines.

Ces faits observés par Berthollet mirent dans la pensée de ce chimiste le projet de substituer au salpêtre le chlorate de potasse, dans notre poudre à canon. Les essais qu'il entreprit dans cette vue amenèrent les résultats les plus avantageux en apparence ; un mélange bien intime de soufre, de charbon et de chlorate de potasse dans les proportions habituelles de la poudre, présentait une force explosive d'une énergie extrême, et qui l'emportait à ce point sur la poudre ordinaire, que les projectiles étaient lancés à une distance triple. Encouragé par ce fait, Berthollet

demanda au gouvernement l'autorisation de faire préparer une assez grande quantité de la nouvelle poudre pour servir à des expériences plus étendues. La poudrerie d'Essonnes fut mise à sa disposition, mais l'entreprise eut une bien triste fin ; une explosion terrible détruisit la fabrique et coûta la vie à plusieurs personnes. Voici quelques détails positifs sur ce malheureux événement.

M. Letort, directeur de la manufacture d'Essonnes, était plein de confiance dans le succès des expériences de Berthollet et dans l'avenir de la poudre nouvelle ; il assurait qu'elle n'offrirait aucun danger dans son maniement et qu'elle se comporterait en tous points comme la poudre au salpêtre. Le jour où devait commencer la fabrication, il invita Berthollet à dîner, et au sortir de table on descendit dans les ateliers. Le mélange se faisait comme à l'ordinaire, dans des mortiers avec des pilons de bois et par l'intermédiaire de l'eau afin d'éviter le développement de chaleur provoqué par les frottements. M. Letort prétendit que l'addition de l'eau était superflue et que l'on aurait pu tout aussi bien faire le mélange à sec. Pour le prouver, il s'approcha de l'un des mortiers et du bout de sa canne il se mit à triturer une petite motte de poudre qui s'était desséchée sur ses bords. Aussitôt une détonation épouvantable se fit entendre, la maison fut à moitié renversée et l'on releva parmi les décombres le cadavre du directeur, celui de sa fille et les corps de quatre ouvriers ; Berthollet fut préservé comme par miracle.

Cependant on avait attaché tant d'importance à l'emploi de la poudre au chlorate de potasse, que cet

événement terrible ne porta point tous ses fruits. Quatre années après, le gouvernement autorisa de nouveaux essais. Au milieu des guerres de la république il était difficile de renoncer à l'espoir de posséder un agent d'une si merveilleuse puissance. On multiplia les précautions indiquées en pareil cas; mais tout fut inutile; une nouvelle explosion fit sauter la fabrique et tua trois ouvriers. On n'a plus songé depuis cette époque à recommencer de si funestes essais. D'ailleurs on sait aujourd'hui que la poudre au chlorate de potasse, n'a que des dangers et n'offre point d'avantages. Elle est si détonante que le mouvement seul d'une voiture peut déterminer son explosion. Toutes les substances qui, comme le chlorate de potasse, détonent par le simple choc, donnent en effet des poudres *brisantes*, dont l'action brusque et instantanée, s'exerçant à la fois contre le projectile et contre les parois intérieures du canon, provoque presque toujours la rupture des armes.

CHAPITRE V.

La poudre-coton. — Sa découverte par M. Schönbein. — Travaux chimiques qui l'ont amenée. — Histoire de la xyloïdine. — Accueil fait à la découverte de la poudre-coton.

Les perfectionnements apportés à la fabrication et aux divers emplois de la poudre à canon n'ont marché qu'avec une lenteur extrême; il a fallu quatre siècles pour amener cet art à sa situation présente. Aussi

après les faits rapportés plus haut, l'histoire de la poudre au point de vue scientifique ne présente que de rares épisodes, et pour arriver au seul fait important qui l'ait signalée depuis, il faut arriver sans intermédiaire à l'époque actuelle.

Dans les derniers mois de 1846, les journaux commencèrent à s'occuper d'une découverte des plus singulières. Un chimiste de Bâle avait, disait-on, trouvé le moyen de transformer le coton en une substance jouissant de toutes les propriétés de la poudre. On avait fait à Bâle des expériences publiques qui ne pouvaient laisser aucune place au doute : avec une petite boulette de coton, offrant l'aspect ordinaire, on avait chargé des armes et obtenu ainsi tous les effets explosifs de la poudre. On prêtait à cette substance nouvelle des propriétés merveilleuses : elle pouvait impunément être plongée dans l'eau et y séjourner très longtemps ; séchée, elle reprenait ses propriétés primitives, — elle brûlait sans fumée, — elle ne noircissait pas les armes, — enfin elle avait une force de ressort trois ou quatre fois supérieure à celle de la poudre ordinaire.

En matière de science, les dires des journaux politiques ne sont pas articles de foi ; cette annonce ne trouva d'abord qu'un médiocre crédit. Cependant le public fut contraint de prendre cette découverte au sérieux, quand on la vit franchir le seuil de l'Académie des sciences et passer tout d'un coup du journal à la tribune de l'Institut. Dans la séance du 5 octobre 1846, M. Dumas donna lecture à l'Académie, d'une lettre de M. Schönbein, auteur de l'invention annoncée. M. Schönbein exposait dans sa lettre les caractères

de cette substance nouvelle qu'il nommait *poudre-coton* (schiesvolle); il précisait ses effets, indiquait les avantages particuliers de son emploi et donnait la mesure exacte de sa force balistique. M. Schönbein disait tout, il n'oubliait qu'un point, c'était d'indiquer le procédé au moyen duquel il obtenait ce curieux produit; il se réservait, pour en retirer un profit personnel, la possession de ce secret.

Je me souviens de l'impression que produisit la lecture de la lettre de M. Schönbein sur l'auditoire savant qui se presse aux séances de l'Académie. Quand on fut une fois bien certain de l'existence du fait; lorsqu'on apprit, à n'en plus douter, que le corps dont il était question n'était autre chose que du coton à peine modifié dans son aspect ordinaire, tous les gens du métier, tous les chimistes qui se trouvaient là devinèrent aussitôt le secret de l'inventeur. Au sortir de la séance, tout le monde avait compris que le nouvel agent n'était probablement autre chose qu'une modification ou une forme particulière de la *xyloïdine*, composé bien connu des chimistes, qui s'obtient en plongeant dans de l'acide azotique (eau forte) des matières ligneuses telles que du bois, du papier ou du coton. Dès le lendemain tous les laboratoires de Paris se mirent en demeure de vérifier cette conjecture, et au bout de huit jours, on avait trouvé que pour préparer le coton-poudre, il suffit de plonger pendant quelques minutes du coton non cardé dans de l'acide azotique très concentré. Le secret de l'inventeur était devenu le secret de Paris.

Comment se fait-il qu'une découverte si soigneusement tenue cachée par son auteur ait pu être ainsi

surprise et divulguée en quelques jours? C'est ce que l'on comprendra sans peine d'après l'histoire de la *xyloïdine*.

En 1832, M. Braconnot, chimiste de Nancy, découvrit que si l'on traite l'amidon par l'acide azotique très concentré, l'amidon entre en dissolution, et que si l'on ajoute alors de l'eau au mélange, il se précipite aussitôt un produit blanc, pulvérulent qu'il désigna sous le nom de *xyloïdine*. Entre autres caractères, M. Braconnot reconnut à ce composé la propriété de brûler avec une certaine activité. M. Braconnot ne soumit point à l'analyse le produit nouveau qu'il avait découvert, il se contenta d'en étudier les caractères. En cela, il était fidèle à un système qu'il semble avoir adopté. En effet, M. Braconnot a fait en chimie organique des découvertes fondamentales, et toujours il s'est abstenu de leur appliquer le sceau de l'analyse élémentaire. C'est lui qui a trouvé le moyen de changer en sucre le bois et l'amidon par l'action de l'acide sulfurique, fait d'une nouveauté et d'une portée immenses et qui est loin encore d'avoir donné tout ce qu'il promet à l'avenir des études chimiques. Il a découvert la *pectine*, ce curieux composé qui se retrouve partout dans le monde végétal et dont les transformations, quand elles seront étudiées d'une manière sérieuse, jetteront les plus utiles lumières sur les phénomènes intimes de la vie des plantes. Or, dans tous ces cas, M. Braconnot s'est passé du secours de l'analyse organique; il est arrivé à ces belles observations avec les seuls moyens de recherches que nous possédions il y a cinquante ans. Homme heureux! il a vu sortir de ses mains fécondes des découvertes d'une portée inattendue et jamais il

n'emprunta à la science du jour ses instruments ambitieux. Avait-il deviné que ce moyen si vanté de l'analyse organique tiendrait si mal, en fin de compte, les promesses de son début? Avait-il compris à l'avance, qu'au lieu d'élever l'édifice tant annoncé de la chimie organique, il n'aboutirait qu'à jeter cette science naissante dans le dédale inextricable où elle s'égare de nos jours? C'est ce que nous n'essayerons pas de résoudre. Toujours est-il que M. Braconnot ne fit point l'analyse élémentaire du produit nouveau qu'il avait trouvé, et qu'il laissa à d'autres le soin et l'honneur de compléter son travail.

Le chimiste qui a repris et terminé l'étude de la xyloïdine est M. Pelouze, savant bien connu par la précision de ses travaux et la prudence de ses vues. En 1838, M. Pelouze publia sur la xyloïdine un de ces mémoires corrects et achevés comme on les aime à l'Institut. Il fit le nombre voulu d'analyses organiques, fixa le poids atomique de ce composé et établit sa formule, conformément aux principes en honneur à l'Académie. Mais, ce qui valait mieux encore, il fit une observation entièrement neuve et de laquelle la découverte de la poudre-coton devait nécessairement sortir. Il trouva que la xyloïdine peut se produire avec d'autres substances que l'amidon, et que si l'on plonge pendant quelques minutes du papier, des tissus de coton ou de lin, dans l'acide azotique concentré, ces matières se changent aussitôt en xyloïdine et deviennent extrêmement combustibles.

Cependant M. Pelouze ne met aucun détour à convenir que la pensée ne lui vint pas d'employer dans les armes à feu, en guise de poudre, le coton ainsi

traité. Tant simple soit-elle, cette idée ne se présenta pas à son esprit, et sa gloire, nous le croyons, n'y perdra pas grand'chose. Il entrevit néanmoins et il annonça que ces substances « seraient susceptibles de » quelques applications, particulièrement dans l'artil» lerie. » Il remit même à un capitaine d'artillerie, M. Haquien, un échantillon de cette matière, en le priant d'examiner si l'on ne pourrait pas en tirer quelque parti. Mais dans l'intervalle, M. Haquien vint à mourir et M. Pelouze ne songea pas davantage à cette affaire.

La xyloïdine était donc à peu près oubliée, et restait seulement au nombre des produits intéressants de laboratoire, lorsque M. Schönbein, professeur de chimie à Bâle, ayant eu à préparer de la xyloïdine, se servit pour cette opération de coton non cardé et constata avec beaucoup de surprise que la xyloïdine ainsi obtenue jouissait d'une combustibilité extraordinaire; une boulette de ce coton azotique s'enflammait avec autant de vivacité et de promptitude qu'un amas de poudre. De l'observation de ce fait, à l'idée d'employer le coton azotique dans les armes en remplacement de la poudre, il n'y avait qu'un pas; de cette idée à son exécution, il n'y avait qu'un geste; M. Schönbein prit un fusil, fit le geste nécessaire et la poudre-coton fut découverte. C'est ainsi que cet enfant de la chimie, perdu sur les rives de la Seine, fut heureusement retrouvé dans un canton de la Suisse allemande et produit aussitôt dans le monde, par le savant honorable qui s'en était fait le parrain.

La découverte de la poudre-coton fut accueillie avec une faveur sans exemples. Aucune invention scienti-

fique n'a occupé à ce point l'attention du public ; pendant un mois on ne parla pas d'autre chose et jamais on n'avait entendu dans les salons et dans les cercles s'agiter tant de savantes questions.

Cet empressement contrastait beaucoup d'ailleurs, avec l'accueil fait à la découverte nouvelle par les savants spéciaux sur la matière. Ceux-ci n'avaient qu'un mépris superbe pour cette *poudre de salon.* Il existe au ministère de la guerre un comité chargé d'étudier toutes les questions nouvelles qui intéressent l'artillerie. J'ignore comment ce comité remplit habituellement sa tâche ; mais il est certain qu'il prit dans cette circonstance une singulière attitude. En principe, il était rempli d'un dédain suprême pour les personnes qui avaient la prétention de traiter des questions pareilles sans toutes les notions indispensables du métier, et quand on parlait de la poudre-coton au comité d'artillerie, le comité d'artillerie haussait les épaules. Le colonel Piobert et le colonel Morin, qui représentent à l'Institut l'artillerie savante, arrivaient tous les lundis à l'Académie avec les notes les plus accablantes pour cette innocente invention, qui n'avait eu d'autre tort que de naître et de grandir loin de la sphère de l'administration officielle. Ils gourmandaient l'ignorance et la crédulité du public, ils nous renvoyaient dédaigneusement aux vieilles expériences de Réaumur et de Rumfort. Enfin, ils faisaient eux-mêmes des essais avec des produits mal préparés, et apportaient à l'Académie leurs résultats négatifs avec un très visible sentiment de bonheur. Je n'ai jamais bien compris quel genre de satisfaction ces messieurs pouvaient ressentir alors. Les *Comptes rendus de l'Académie* ont même imprimé une

note précieuse sous ce rapport, et que je recommande d'une manière spéciale à l'auteur futur du livre qui reste à faire sur les *encouragements accordés aux découvertes nouvelles*. Voici le passage le plus curieux de la note de MM. Piobert et Morin.

« Malgré le vague des renseignements transmis jusqu'à ce jour sur les effets de la poudre de coton, ou coton azoté, ainsi que le désigne M. Pelouze, auquel on doit la connaissance de cette matière, vague qui ferait même douter de ses propriétés balistiques, l'artillerie n'en a pas moins étudié cette substance. Les essais qui ont été exécutés, ont montré que ce coton, contrairement à ce qui avait été annoncé, donnait ordinairement un résidu formé d'eau et de charbon ; que sa combustion ne donnait pas lieu à un très grand développement de chaleur, qu'elle produisait peu de gaz, à tel point qu'il s'échappait quelquefois en totalité par la lumière et par le vent du projectile sans le déplacer ; que le volume des charges les plus faibles était en général très considérable et excédait celui qu'il est convenable d'affecter à la charge des armes à feu. » Les auteurs concluent que cette « singulière substance » ne paraît nullement propre à remplacer la poudre à canon (1).

Ainsi, selon MM. Piobert et Morin, la poudre-coton n'avait aucune force explosive, les gaz s'échappaient par la lumière et par le vent du projectile sans le déplacer. Or on sait aujourd'hui que l'inconvénient du coton-poudre n'est point son défaut de force explosive, mais tout au contraire, une puissance de ressort tel-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1846, 2e semestre, p. 811.

lement considérable, qu'il est difficile de la contenir et de la régulariser pour son emploi dans les armes.

Une autre circonstance curieuse de l'histoire de la poudre de coton, c'est la résistance obstinée que mit M. Schönbein à avouer sa défaite. Tout le monde préparait du coton-poudre, la fabrication de ce produit existait déjà sur une échelle assez étendue, on discutait les frais probables de l'opération industrielle, M. Schönbein persistait encore à tenir son procédé secret. Le 13 novembre 1846, il écrivait de Bâle la lettre suivante au journal le *Times* :

« Des chimistes ont déclaré que mon fulmi-coton (ou coton-poudre) était la même chose que la xyloïdine de Braconnot et de Pelouze, et l'autre jour, la même opinion a été exprimée dans l'Académie française des sciences. J'ai plus d'une raison de nier l'exactitude de cette assertion. La déclaration d'un très simple fait suffira pour prouver ce que j'avance. La xyloïdine de Pelouze est, conformément aux déclarations de ce chimiste distingué, facilement soluble dans l'acide acétique formant avec ce dernier une sorte de vernis. Cet acide n'a pas la moindre action sur le coton-poudre, quelque long temps et à quelque température que les deux substances soient tenues en contact l'une avec l'autre. Le coton-poudre montre tout son volume et sa force d'explosion, après avoir été traité par cet acide pendant des heures entières. Il existe en outre d'autres différences entre mon coton et la xyloïdine de Pelouze. Je les ferai connaître en temps utile. »

Mais on laissait dire le pauvre inventeur qui voyait son secret lui échapper et ne savait pas en prendre son parti.

Heureusement pour les intérêts de M. Schönbein, l'Allemagne a fait de cette question une affaire d'amour-propre national. M. Boettger, de Francfort-sur-le-Mein, qui avait l'un des premiers pénétré le secret de M. Schönbein, s'était associé à lui pour son exploitation. La diète germanique, afin de constater les droits du pays à cette découverte, a accordé, comme récompense aux deux associés, une somme de 260,000 francs. Dès lors M. Schönbein a pu parler. Il va sans dire que ce qu'il nous a appris sur son procédé est parfaitement conforme à tout ce que l'on avait annoncé et écrit depuis six mois.

CHAPITRE VI.

Propriétés et effets explosifs du coton-poudre. — Comparaison de ses effets et de ceux de la poudre ordinaire. — Ses avantages et ses dangers. — Son avenir. — Applications diverses du coton-poudre.

Comme toutes les inventions sérieuses, la poudre-coton a eu ses partisans et ses détracteurs passionnés. Une connaissance imparfaite des effets généraux des matières explosives avait fait naître des espérances exagérées, les préventions et la routine ont provoqué une résistance aveugle. Il est fort difficile de se prononcer aujourd'hui entre des assertions contradictoires, dans lesquelles, de part et d'autre, la vérité ne se montre que par un bout. Aussi dans le public et parmi les savants règne-t-il encore une très grande

incertitude sur la valeur réelle de la poudre-coton et sur les avantages ou les inconvénients de son emploi dans les armes. On avait attaché d'abord beaucoup d'importance à cette question, et dès l'origine de la découverte, une commission composée d'ingénieurs, de membres de l'Institut et d'officiers supérieurs d'artillerie, fut instituée pour l'étudier d'une manière approfondie; le duc de Montpensier, qui avait particulièrement pris l'entreprise à cœur, eut une part active à ses premiers travaux. Par malheur, l'empressement et la promptitude sont, comme on le sait, les moindres défauts des commissions officielles; depuis quatre ans le gouvernement et le public attendent inutilement l'arrêt définitif de la commission du coton-poudre. Comme il serait évidemment un peu long d'attendre le bon plaisir de nos savants officiels, nous allons essayer de faire connaître l'état présent de cette question; il nous suffira, pour cela, d'établir d'une manière précise, d'après les faits connus jusqu'à ce moment, les avantages et les inconvénients principaux que présente le coton-poudre relativement à son emploi dans les armes à feu.

Toutefois disons d'abord un mot du procédé qui sert à obtenir ce produit. Le coton-poudre se prépare avec une simplicité et une promptitude extraordinaires. Toute l'opération consiste à plonger du coton non cardé dans de l'acide azotique très concentré. Seulement, comme l'acide azotique très concentré est un produit assez cher, on a eu l'idée d'employer l'acide ordinaire du commerce en y ajoutant de l'acide sulfurique. Ce dernier, qui est extrêmement avide d'eau, s'empare de l'eau excédante de l'acide azotique et le concentre

ainsi à peu de frais. Les meilleures proportions de ce mélange ont été indiquées par M. Meynier, de Marseille; elles sont de trois volumes d'acide azotique pour cinq volumes d'acide sulfurique à 66 degrés. On fait donc le mélange de ces deux acides et on l'abandonne quelque temps à lui-même pour laisser dissiper la chaleur que ce mélange a dégagée. On plonge ensuite dans le liquide le coton non cardé, tel qu'on le trouve dans le commerce. Après douze à quinze minutes de séjour dans ce bain, on retire le coton avec une baguette de verre; on le comprime pour faire écouler l'acide en excès, et on le lave à grande eau, jusqu'à ce qu'il n'ait plus ni odeur ni saveur. Il ne reste plus qu'à le sécher en l'exposant à l'air libre, à la température ordinaire. Cent parties de coton donnent ordinairement cent soixante-douze parties de coton fulminant. Le papier traité de la même manière fournit un produit identique par ses propriétés avec le précédent.

Le *pyroxyle*, tel est le nom scientifique récemment imposé au coton-poudre et aux substances analogues, est un produit éminemment et essentiellement combustible; une étincelle l'enflamme, le choc d'un lourd marteau suffit quelquefois pour le faire détoner. On s'explique aisément cet effet quand on connait sa composition chimique. Le pyroxyle est en effet une combinaison de la matière organique qui constitue le coton avec les éléments de l'acide azotique. Le coton et les matières végétales de la même espèce, sont déjà des corps assez combustibles par eux-mêmes; en brûlant ils donnent naissance à des produits gazéiformes, l'acide carbonique et la vapeur d'eau. Mais le coton pur ne renferme pas assez d'oxygène pour brûler com-

plétement ; il reste toujours, comme on le sait, après sa combustion un résidu de charbon assez abondant. Dans le pyroxyle, au contraire, l'acide azotique combiné au coton fournit à celui-ci tout l'oxygène nécessaire à sa combustion complète, et comme d'ailleurs l'acide azotique en se décomposant donne lui-même naissance à des produits gazeux, il résulte de ces deux effets réunis que le pyroxyle en brûlant se transforme totalement en fluides élastiques. Ce composé réunit donc toutes les conditions nécessaires pour constituer une poudre explosive : une matière solide se réduisant instantanément en gaz. Nous donnerons une idée de la masse énorme de gaz qui se forment dans cette circonstance en disant que, d'après des expériences directes, un volume de coton-poudre produit en brûlant huit mille volumes de gaz. On comprend d'après cela la possibilité de consacrer ce produit remarquable aux usages ordinaires de la poudre à canon.

Les avantages que présente le pyroxyle dans les armes à feu sont faciles à résumer.

La poudre-coton n'est pas altérée par l'eau ; on peut l'abandonner longtemps à l'air humide sans qu'elle perde sensiblement de sa force explosive ; on peut la plonger dans l'eau et l'y laisser séjourner, on lui rend en la séchant ses qualités ordinaires. Ainsi dans un cas d'incendie à bord d'un navire ou dans les bâtiments d'un arsenal, on pourrait noyer les poudres, et les retrouver ensuite avec leurs propriétés primitives.

Le pyroxyle n'attaque pas, ne salit pas les armes qui, après quarante coups, sont aussi propres qu'auparavant ; il ne laisse point, comme on l'avait dit, les

armes humides, par suite de la production d'eau qui accompagne sa combustion: la chaleur produite est si considérable, que tous les produits volatils sont chassés du canon.

Le coton-poudre brûle sans fumée et sans odeur. On a déjà tiré parti de cette propriété sur plusieurs théâtres de l'Allemagne, où l'on en fait usage pour les pièces à combat, à la grande satisfaction du public, des acteurs et surtout des chanteurs. Dans les armées cette propriété du pyroxyle aurait à la fois des inconvénients et des avantages; la fumée de la poudre ne masquant plus les hommes, la justesse du tir serait assurée; mais d'un autre côté les batailles en deviendraient infiniment plus meurtrières. J'ai entendu des marins prétendre qu'à bord des navires, l'usage de la poudre-coton rendrait les combats entièrement impossibles, attendu qu'au bout d'une heure d'engagement, les deux vaisseaux ennemis seraient, chacun de son côté, mis en pièces.

La fabrication du pyroxyle ne présente aucun danger sérieux. Les accidents qui ont été signalés aux premières époques de la découverte tenaient uniquement à ce que l'on desséchait la matière à l'aide de la chaleur. Or, comme il n'y a aucune espèce d'avantage à sécher le coton-poudre en élevant sa température, et qu'en élevant sa température on s'expose à amener son explosion, on se contente aujourd'hui de le sécher dans un courant d'air, à la température ordinaire. Grâce à cette précaution bien simple, la préparation du pyroxyle est beaucoup moins dangereuse que celle de la poudre ordinaire. Le pyroxyle présente en outre dans sa fabrication l'avantage d'une rapidité exces-

sive ; une semaine suffirait pour approvisionner de munitions une armée de cent mille hommes.

Quant au prix de revient, il résulte des données fournies en 1849 par M. Meynier, de Marseille, que la poudre-coton pourrait s'obtenir à un prix qui n'est pas extrêmement supérieur à celui de la poudre ordinaire. D'après les résultats d'une fabrication exécutée sur une grande échelle, M. Meynier offre au gouvernement de lui fournir, avec bénéfice pour le fabricant, du coton-poudre à cinq francs le kilogramme. La poudre de guerre revient dans les poudreries nationales à un franc trente-cinq centimes le kilogramme, mais comme le pyroxyle produit dans les armes un effet explosif triple de celui de la poudre, et que par conséquent, pour obtenir un résultat donné il faut employer trois fois moins de pyroxyle que de poudre, on voit que le prix de revient de la poudre s'établit ainsi comparativement à quatre francs le kilogramme. Dans l'état actuel des choses, il n'y aurait donc qu'une différence de un franc entre les deux matières, différence considérable sans doute, mais qui probablement, à la suite d'une fabrication longue et régulière, finirait par s'effacer.

Nous venons d'avancer que l'effet explosif du pyroxyle est triple de celui de la poudre. Tel est en effet assez sensiblement le rapport qu'ont fourni les expériences comparatives exécutées jusqu'à ce moment sur ces deux substances. M. le capitaine Suzanne et M. de Mézières, élève-commissaire des poudres et salpêtres, ont établi que cinq grammes de poudre-coton produisent sur une balle de fusil le même effet que treize à quatorze grammes de poudre à mousquet ordi-

naire. Ces expériences variées et étendues par MM. Piobert et Morin on donné à peu près les mêmes résultats.

Le pyroxyle offre sous le rapport de l'économie des avantages incontestables pour les travaux des mines. MM. Combes et Flandin ont trouvé en effet qu'il produit un effet cinq à six fois plus considérable que la poudre ordinaire des mines dans le *tirage* de la plupart des roches (1). L'emploi de la poudre-coton dans les mines a paru d'abord présenter un inconvénient particulier : sa combustion s'accompagne de la formation de gaz oxyde de carbone, et la présence de ce gaz est doublement fâcheuse en ce qu'il est vénéneux et inflammable. Mais M. Combes a trouvé qu'en ajoutant au pyroxyle 8 à 10 pour 100 de salpêtre, on s'oppose à la production du gaz oxyde de carbone, qui se trouve brûlé par l'oxygène du salpêtre et changé en acide carbonique. La force explosive du pyroxyle en est d'ailleurs notablement accrue, car il présente

(1) Il est certain, d'après ce résultat, que lorsque le gouvernement voudra remplacer la poudre de mine par le pyroxyle, il pourra réaliser sur ses dépenses une économie de plus de trois millions par an. C'est ce qu'il est facile d'établir. On consomme chaque année en France, très approximativement trois millions de kilogrammes de poudre de mine. Cette poudre, bien qu'elle ne coûte en frais de fabrication que un franc vingt centimes le kilogramme, revient cependant à l'État, au moment où elle arrive aux mains du consommateur, à très peu de chose près ce que celui ci la paye, c'est-à-dire à deux francs. C'est donc sensiblement six millions que coûte cette poudre. En se fondant sur la donnée rapportée plus haut relativement à la force explosive du pyroxyle (et cette évaluation est plutôt atténuée qu'exagérée), il ne faudrait que six cent mille kilogrammes de pyroxyle pour produire le même effet que les trois millions de kilogrammes de poudre de mine. Or ces six cent mille kilogrammes de pyroxyle reviendraient au plus, à l'État, à deux millions quatre cent mille francs. Il y aurait donc pour le gouvernement un bénéfice de trois millions six cent mille francs.

dès lors une puissance sept à huit fois plus considérable à poids égal que la poudre de mine.

Tels sont les avantages qui se rattachent à l'emploi du coton-poudre; venons maintenant au côté inverse de la question. Les inconvénients que présente l'usage du pyroxyle peuvent se résumer en deux mots : sa force explosive est trop considérable; sa conservation est difficile et ces deux inconvénients ont chacun une gravité qu'il est impossible de méconnaître.

Pour qu'une poudre puisse s'employer avec une entière sécurité dans les armes, il faut qu'elle ne brûle pas trop vite. Quelle que soit, d'une manière relative, la rapidité de l'inflammation de la poudre dont nous faisons communément usage, il est facile cependant de montrer par l'expérience, que pendant sa combustion, sa masse entière ne s'embrase point à la fois, mais que toujours elle brûle de place en place, et pour ainsi dire couche par couche. Il résulte de là que les gaz qui proviennent de cette combustion ne sont pas brusquement et instantanément formés, mais qu'au contraire ils prennent naissance d'une manière graduelle et successive. Dès lors tout leur effet se porte sur le projectile et n'exerce sur les parois de l'arme aucune action destructive. Tel n'est pas malheureusement le mode de combustion du coton-poudre. Comme ce n'est pas un simple mélange de matières inflammables, mais une véritable combinaison; le pyroxyle s'embrase tout entier dans un espace de temps presque indivisible, et cette excessive rapidité d'inflammation, qui fait sa supériorité comme agent balistique, constitue précisément ses dangers. Avec des charges ordinaires, son usage n'offre aucun inconvénient, mais

si l'on dépasse les limites nécessaires pour une arme donnée, il peut arriver que l'arme éclate entre les mains ou qu'elle souffre au bout de peu de temps des dégradations considérables. Au mois de janvier 1849, M. Morin a communiqué à l'Académie des sciences des faits dont la portée sous ce rapport semble très sérieuse. Il a parlé de fusils de munition et de bouches à feu mises hors de service par des charges de coton-poudre qui ne dépassaient pas de beaucoup les limites ordinaires. L'auteur de ces expériences a trop de crédit en pareille matière pour que son témoignage puisse être contesté; on peut cependant faire observer à cet égard que Berzelius, dans le dernier de ses *Rapports annuels*, en parlant du coton-poudre, assure qu'en Suède, ni en Angleterre il n'a occasionné aucun accident sérieux. Les faits signalés par M. Morin paraissent donc réclamer un examen nouveau, et quand la commission du coton-poudre voudra bien nous communiquer ses conclusions définitives, elle aura résolu une question dont la solution prompte et entière touche à des intérêts bien divers.

La difficulté de conserver le pyroxyle est un fait grave et nouveau sur lequel M. Maurey, directeur de la poudrerie du Bouchet, a récemment appelé l'attention des savants. Le pyroxyle semble jusqu'à ce moment un produit peu stable, ses éléments paraissent avoir une tendance particulière à se dissocier; de là des altérations diverses et un commencement de décomposition dans les produits conservés un certain temps. D'après M. Maurey, la poudre-coton placée dans un lieu bien sec, et tenue dans des barils fermés à l'abri de l'action de l'air, présente néanmoins, au

bout de huit à dix mois, des signes d'altération. La masse s'est humectée, elle répand une odeur vive et piquante; elle s'est ramollie et quelquefois presque réduite en pâte. Cette décomposition peut s'accompagner d'un dégagement de chaleur, et s'il arrive que la masse en travail soit considérable, l'échauffement peut aller au point de provoquer son inflammation. Telle est probablement, selon M. Maurey, la cause de l'explosion arrivée à Vincennes le 25 mars 1847 et le 2 août de la même année.

C'est sans doute un fait du même genre qui a amené la catastrophe arrivée le 17 juillet 1848 à la poudrerie du Bouchet. On avait préparé au Bouchet seize cents kilogrammes de poudre-coton et quatre ouvriers étaient occupés à l'enfermer dans des barils, lorsque sans cause connue le magasin sauta. Les désastres furent effroyables. Les quatre ouvriers occupés à emmagasiner le coton-poudre furent tués, trois autres blessés. Le bâtiment, dont les murs avaient, les uns un mètre, et les autres cinquante centimètres d'épaisseur, fut détruit de fond en comble; il se forma à sa place une excavation de seize mètres de diamètre sur quatre de profondeur. Toutes les douelles et tous les cercles des barils où le pyroxyle était enfermé avaient entièrement disparu, comme s'ils eussent été volatilisés. Toutes les pièces de bois de la construction étaient brisées. Cent soixante-quatre arbres situés aux environs étaient ou complétement emportés ou coupés, les uns ras de terre, les autres à diverses hauteurs; les plus voisins étaient dépouillés de leur écorce et divisés jusqu'aux racines en longs filaments. Jusqu'à trois cents mètres environ on retrouva une ligne de matériaux

placés par ordre de densité, les pièces de bois le plus près, ensuite les pierres, enfin plus loin les débris de fer.

Nous avons scrupuleusement et impartialement exposé les inconvénients et les avantages qui se rattachent à l'emploi du coton-poudre. Quelle conclusion tirer de ces faits? Faut-il croire que cette découverte accueillie à son origine avec tant d'admiration et d'enthousiasme soit destinée à s'ensevelir bientôt dans l'oubli? Faut-il penser qu'après avoir éveillé tant d'espérances, elle n'aura créé pour nous que des dangers sans nous laisser quelques avantages en échange? Cette question, grave et complexe, impose nécessairement une extrême réserve. Il nous semble cependant que, même dans l'état présent des choses, le pyroxyle présente une série d'avantages de nature à mériter l'attention. Une poudre absolument inattaquable par l'eau, de propriétés et de composition constantes, qui ne souille ni la main, ni les vêtements, ni les armes; trois fois plus légère à transporter que l'ancienne poudre puisqu'elle est trois fois plus puissante, susceptible de subir sans la moindre altération les voyages par mer; une poudre qu'on peut inonder dans un arsenal ou dans la cale d'un navire et retrouver plus tard intacte: voilà assurément un produit qui l'emporte sous bien des rapports sur l'ancienne poudre, qui souille les mains, qui noircit les armes, que l'air humide altère, que l'eau détruit sans retour.

La supériorité du coton-poudre pour l'usage des mines et le tirage des rochers paraît d'ores et déjà à peu près établie. En 1847, le duc de Montpensier et le général Tugnot de Lanoye, directeur des poudres

et salpêtres, avaient formé le projet d'établir plusieurs ateliers de fabrication de pyroxyle pour le tirage des roches ; la révolution de février est venue retarder l'exécution de ce projet qui, nous l'espérons, sera repris et permettra de décider la question d'une manière définitive.

Quant à l'emploi de la poudre-coton dans les armes, il est certain qu'il existe ici des difficultés sérieuses ; cependant elles ne sont peut-être pas assez graves pour faire abandonner sans retour les espérances conçues. Une étude approfondie et persévérante des faits nouveaux que ces questions soulèvent pourra fournir un jour les moyens de modérer, de retarder, de régulariser l'explosion du pyroxyle, comme aussi de modifier sa préparation de manière à éviter le fâcheux phénomène de sa décomposition spontanée. Que les hommes du métier, que les savants compétents prennent en main l'étude de ce problème, et sans doute quelque solution inattendue viendra couronner et récompenser leurs efforts. Il ne faut pas l'oublier en effet, la découverte du coton-poudre date de cinq ans à peine. Et qu'est-ce qu'un intervalle de cinq années pour le perfectionnement des inventions humaines ? N'a-t-il pas fallu quatre siècles pour faire de la poudre actuelle l'agent puissant et sûr que nous connaissons ? Mais d'ailleurs, de nos jours, après tant de travaux, d'expériences, d'innombrables essais, malgré les précautions inouïes dont on s'environne, peut-on dire avec certitude que notre poudre à canon présente dans ses effets une sécurité absolue ? L'existence d'une poudrière aux abords de nos villes n'est-elle pas pour les populations la cause d'invincibles terreurs, la source

de perpétuelles alarmes? Des événements formidables ne viennent-ils pas, par intervalles, justifier et redoubler ces craintes? Quand la poudre manque de densité ou que son grain est trop fin, elle fait éclater les armes, et le même effet se produit si l'on outre-passe par mégarde les limites de la charge. En 1826, quand l'artillerie voulut substituer aux poudres de pilons des poudres plus énergiques, on crevait les bouches à feu. Cette sécurité si vantée de notre poudre à canon a donc aussi ses limites, et dans tous les cas elle est de date fort récente. Il a fallu quatre siècles pour dompter la poudre à canon, et l'on s'étonne aujourd'hui que cinq ans n'aient pas suffi pour dompter le coton-poudre qui a une puissance triple. Pour décider en dernier ressort ces questions capitales, invoquons de plus saines, de moins exclusives notions; défions-nous des entraînements regrettables d'un enthousiasme irréfléchi, mais aussi tenons-nous en garde contre l'aveuglement de préventions injustes fondées sur la tyrannique puissance de la routine et des habitudes. Recherchons avec sincérité le secours et l'infaillible témoignage de la science, et sachons accepter sans arrière-pensée systématique ce qui se présente à nous avec les dehors incontestables du progrès.

Un dernier trait terminera l'histoire du produit intéressant qui vient de nous occuper. Dans les premiers temps de sa découverte, la poudre-coton avait provoqué dans le public un extrême engouement; à cette époque elle était bonne à tout. Rappelons en quelques mots les diverses applications de ce nouvel agent, qui ont été essayées alors avec plus ou moins de succès.

Quelques mécaniciens ont voulu tirer parti de la prompte transformation du coton-poudre en fluides gazeux, pour soulever le piston des machines ; les gaz produits par la combustion auraient remplacé la vapeur comme agent mécanique. Mais il n'était pas difficile de prévoir que la production des gaz pendant l'inflammation du pyroxyle est trop brusque et trop rapide pour être utilisée commodément et avec sécurité. L'explosion des machines mit fin aux expériences.

Les matières alimentaires renferment une assez forte proportion d'azote ; or le pyroxyle est un corps azoté. Cette analogie a paru suffisante à deux de nos savants pour rechercher si le coton-poudre ne pourrait pas être employé comme substance alimentaire. L'idée était étrange et assez mal venue de la part de physiologistes mieux familiarisés d'ordinaire avec les lois de la nutrition. Cependant l'Académie fut instruite par un mémoire *ad hoc* qu'on avait réussi à nourrir des chiens avec le pyroxyle. Seulement les auteurs de l'expérience ajoutent ingénument qu'ils ont favorisé l'action nutritive du coton-poudre par l'administration d'une certaine quantité de riz : les adjuvants sont de bonne guerre.

M. Pelouze a proposé d'appliquer le pyroxyle à la fabrication des amorces fulminantes ; la substitution de ce produit au fulminate de mercure aurait eu pour résultat d'éviter les dangers épouvantables dont s'accompagne la fabrication des amorces par les procédés actuels. Le pyroxyle obtenu avec des tissus très serrés de lin, de chanvre ou de coton, détone aisément par le choc, et si l'on coupe de petites rondelles de ces tissus et qu'on les place au fond de capsules de cuivre, on

obtient des amorces dont la détonation est très énergique. Cependant cette application du coton-poudre n'a pas jusqu'ici donné de bons résultats aux praticiens qui l'ont exécutée. Les effets des capsules pyroxyliques sont irréguliers; en outre les armes sont attaquées et détériorées par suite de la formation d'un produit acide, l'acide azoteux, qui prend, dit-on, naissance quand le pyroxyle brûle à l'air libre.

Le coton-poudre paraît devoir fournir des résultats plus avantageux dans son application à la pyrotechnie. Des papiers fulminants trempés dans des dissolutions d'azotate de strontiane, de sulfate de cuivre, d'azotate de baryte, produisent de très beaux feux rouges, verts et blancs. On a aussi fait des essais avec des pyroxyles obtenus à bas prix au moyen de la paille, de la sciure de bois ou de matières végétales analogues. L'immersion de ces produits fulminants dans ces dissolutions salines a l'avantage de retarder leur inflammation, de donner plus de durée à la combustion et de favoriser par conséquent les divers effets que l'artificier cherche à produire.

Un étudiant en médecine des États-Unis a fait du coton-poudre une application assez inattendue; il s'en est servi pour le pansement des plaies, et voici comment. Le coton-poudre est soluble dans l'éther; or M. Maynard, de Boston, a trouvé que cette dissolution constitue une sorte de vernis qui jouit d'une force d'adhésion très remarquable; appliqué sur la peau, ce vernis adhère avec beaucoup de force à sa surface et résiste parfaitement à l'action de l'eau et des humeurs. On a donné à ce nouveau produit le nom de *collodion*. Un morceau de toile de quatre centimètres de largeur

recouvert de ce *collodion*, et appliqué sur le creux de la main, supporte sans se décoller un poids de quinze kilogrammes; la toile se rompt plutôt que de se détacher.

Les chirurgiens américains se servent avec avantage du *collodion* pour le pansement des plaies. On rapproche les lèvres de la plaie, et au moyen d'un pinceau on les couvre d'une couche de collodion; par suite de la dessiccation, la réunion des deux bords est parfaitement établie. La contraction que la matière éprouve en séchant resserre les lèvres de la blessure plus fortement et d'une manière plus égale que ne pourrait le faire tout autre moyen contentif. La plaie est parfaitement préservée de l'air, et la transparence de l'enduit permet de voir à travers et de juger de l'état des parties sous-jacentes; enfin son insolubilité dans l'eau donne au chirurgien la faculté de laver sans rien détacher. L'usage du collodion s'est répandu récemment en Angleterre et en France; M. Malgaigne l'a le premier adopté parmi nous. On se sert, d'après son conseil, de bandelettes trempées dans le collodion, ce qui donne plus de solidité à l'appareil. Aujourd'hui l'emploi de la dissolution éthérée du coton-poudre est devenu habituel dans nos hôpitaux.

Ainsi, comme la lance d'Achille, la poudre-coton peut guérir les blessures qu'elle a causées. Si donc, contre toute attente probable, il fallait un jour définitivement renoncer à consacrer le coton-poudre aux usages de la guerre, sa découverte ne serait pas encore restée absolument stérile, puisqu'elle aurait au moins servi à étendre les ressources de l'art chirurgical. Des-

tiné dans l'origine à devenir un instrument de destruction, ce singulier produit aurait plus pacifiquement terminé sa carrière en prenant place parmi les salutaires moyens de la chirurgie moderne. Et trop heureuse l'humanité si tant d'inventions meurtrières créées pour semer autour de nous le deuil et les funérailles, se trouvaient, par quelque revirement subit, heureusement transformées en autant de baumes bienfaisants propres à panser nos blessures et à calmer nos douleurs!

NOTES.

NOTE I.

Voyage aérien de Pilâtre des Roziers et du marquis d'Arlandes.

Relation du marquis d'Arlandes.

Nous sommes partis du jardin de la Muette à une heure cinquante-quatre minutes. La situation de la machine était telle que M. Pilâtre des Rosiers était à l'ouest et moi à l'est ; l'aire du vent était à peu près nord-ouest. La machine, dit le public, s'est élevée avec majesté ; mais il me semble que peu de personnes se sont aperçues qu'au moment où elle a dépassé les charmilles, elle a fait un demi-tour sur elle-même ; par ce changement, M. Pilâtre s'est trouvé en avant de notre direction, et moi, par conséquent, en arrière.

Je crois qu'il est à remarquer que dès ce moment jusqu'à celui où nous sommes arrivés, nous avons conservé la même position par rapport à la ligne que nous avons parcourue. J'étais surpris du silence et du peu de mouvement que notre départ avait occasionné sur les spectateurs ; je crus qu'étonnés, et peut-être effrayés de ce nouveau spectacle, ils avaient besoin d'être rassurés. Je saluai du bras avec assez peu de succès ; mais ayant tiré mon mouchoir, je l'agitai, et je m'aperçus alors d'un grand mouvement dans le jardin de la Muette. Il m'a semblé que les spectateurs qui étaient épars dans cette enceinte se réunissaient en une seule

masse, et que, par un mouvement involontaire, elle se portait pour nous suivre, vers le mur, qu'elle semblait regarder comme le seul obstacle qui nous séparait. C'est dans ce moment que M. Pilâtre me dit :

— Vous ne faites rien, et nous ne montons guère.

— Pardon, lui répondis-je.

Je mis une botte de paille ; je remual un peu le feu, et je me retournai bien vite, mais je ne pus retrouver la Muette. Étonné, je jetai un regard sur le cours de la rivière : je la suis de l'œil ; enfin, j'aperçois le confluent de l'Oise. Voilà donc Conflans ; et nommant les autres principaux coudes de la rivière par le nom des lieux les plus voisins, je dis Poissy, Saint-Germain, Saint-Denis, Sèvres, donc je suis encore à Passy ou à Chaillot ; en effet, je regardai par l'intérieur de la machine et j'aperçus sous moi la Visitation de Chaillot. M. Pilâtre me dit en ce moment :

— Voilà la rivière, et nous baissons.

— Eh bien ! mon cher ami, du feu.

Et nous travaillâmes. Mais, au lieu de traverser la rivière comme semblait l'indiquer notre direction qui nous portait sur les Invalides, nous longeâmes l'île des Cygnes ; nous rentrâmes sur le principal lit de la rivière, et nous la remontâmes jusqu'au-dessus de la barrière de la Conférence. Je dis à mon brave compagnon :

— Voilà une rivière qui est bien difficile à traverser.

— Je le crois bien, me répondit-il, vous ne faites rien.

— C'est que je ne suis pas si fort que vous, et que nous sommes bien.

Je remual le réchaud, je saisis avec une fourche ma botte de paille, qui, sans doute trop serrée, prenait difficilement ; je la levai, la secouai au milieu de la flamme. L'instant d'après, je me sentis enlever comme par dessous les aisselles, et je dis à mon cher compagnon :

— Pour cette fois nous montons.

— Oui, nous montons, me répondit-il, sorti de l'intérieur sans doute pour faire quelques observations.

Dans cet instant, j'entendis, vers le haut de la machine, un bruit qui me fit craindre qu'elle n'eût crevé. Je regardai, et je ne vis rien. Comme j'avais les yeux fixés au haut de la machine,

j'éprouvai une secousse, et c'était alors la seule que j'eusse ressentie.

La direction du mouvement était de haut en bas.

Je dis alors :

— Que faites-vous ? Est-ce que vous dansez ?

— Je ne bouge pas.

— Tant mieux, dis-je; c'est enfin un nouveau courant qui, j'espère, nous sortira de la rivière.

En effet, je me tourne pour voir où nous étions, et je me trouvai entre l'École militaire et les Invalides, que nous avions déjà dépassés d'environ 400 toises. M. Pilâtre me dit en même temps :

— Nous sommes en plaine.

— Oui, lui dis-je, nous cheminons.

— Travaillons, me dit-il, travaillons.

J'entendis un nouveau bruit dans la machine, que je crus produit par la rupture d'une corde.

Ce nouvel avertissement me fit examiner avec attention l'intérieur de notre habitation. Je vis que la partie qui était tournée vers le sud était remplie de trous ronds, dont plusieurs étaient considérables. Je dis alors :

— Il faut descendre.

— Pourquoi ?

— Regardez, dis-je.

En même temps je pris mon éponge ; j'éteignis aisément le peu de feu qui minait quelques uns des trous que je pus atteindre; mais m'étant aperçu qu'en appuyant, pour essayer si le bas de la toile tenait bien au cercle qui l'entourait, elle s'en détachait très facilement, je répétai à mon compagnon : — Il faut descendre.

Il regarda sous lui, et me dit :

— Nous sommes sur Paris.

— N'importe, lui dis-je.

— Mais voyons, n'y a-t-il aucun danger pour vous ? êtes-vous bien tenu ?

— Oui.

J'examinai de mon côté, et j'aperçus qu'il n'y avait rien à craindre. Je fis plus, je frappai de mon éponge les cordes principales qui étaient à ma portée ; toutes résistèrent, il n'y eut que

deux ficelles qui partirent. Je dis alors : — Nous pouvons traverser Paris.

Pendant cette opération, nous nous étions sensiblement approchés des toits ; nous faisons du feu, et nous nous relevons avec la plus grande facilité. Je regarde sous moi, et je découvre parfaitement les Missions étrangères. Il me semblait que nous nous dirigions vers les tours de Saint-Sulpice, que je pouvais apercevoir par l'étendue du diamètre de notre ouverture. En nous relevant, un courant d'air nous fit quitter cette direction pour nous porter vers le sud. Je vis, sur ma gauche, une espèce de bois que je crus être le Luxembourg.

Nous traversâmes le boulevard, et je m'écrie :

— Pour le coup, pied à terre.

Nous cessons le feu ; l'intrépide Pilâtre, qui ne perd point la tête et qui était en avant de notre direction, jugeant que nous donnions dans les moulins qui sont entre le petit Gentilly et le boulevard, m'avertit. Je jette une botte de paille en la secouant pour l'enflammer plus vivement ; nous nous relevons, et un nouveau courant nous porte un peu sur la gauche. Le brave des Roziers me crie encore :

— Gare les moulins !

Mais mon coup d'œil fixé par le diamètre de l'ouverture me faisant juger plus sûrement de notre direction, je vis que nous ne pouvions pas les rencontrer, et je lui dis :

— Arrivons.

L'instant d'après, je m'aperçus que je passais sur l'eau. Je crus que c'était encore la rivière ; mais arrivé à terre, j'ai reconnu que c'était l'étang qui fait aller les machines de la manufacture de toiles peintes de MM. Brenier et compagnie.

Nous nous sommes posés sur la butte aux Cailles, entre le moulin des Merveilles et le moulin Vieux, environ à 50 toises l'un de l'autre. Au moment où nous étions près de terre, je me soulevai sur la galerie en y appuyant mes deux mains. Je sentis le haut de la machine presser faiblement ma tête ; je la repoussai et sautai hors de la galerie. En me retournant vers la machine, je crus la trouver pleine. Mais quel fut mon étonnement, elle était parfaitement vide et totalement aplatie. Je ne vois point M. Pilâtre, je cours de son côté pour l'aider à se débarrasser de l'amas de toile

qui le couvrait ; mais avant d'avoir tourné la machine, je l'aperçus sortant de dessous en chemise, attendu qu'avant de descendre il avait quitté sa redingote et l'avait mise dans son panier.

Nous étions seuls, et pas assez forts pour renverser la galerie et retirer la paille qui était enflammée. Il s'agissait d'empêcher qu'elle ne mît le feu à la machine. Nous crûmes alors que le seul moyen d'éviter cet inconvénient était de déchirer la toile. M. Pilâtre prit un côté, moi l'autre, et en tirant violemment, nous découvrîmes le foyer. Du moment qu'elle fut délivrée de la toile qui empêchait la communication de l'air, la paille s'enflamma avec force. En secouant un des paniers, nous jetons le feu sur celui qui avait transporté mon compagnon, la paille qui y restait prend feu ; le peuple accourt, se saisit de la redingote de M. Pilâtre et se la partage. La garde survient ; avec son aide, en dix minutes, notre machine fut en sûreté, et une heure après elle était chez M. Réveillon, où M. Montgolfier l'avait fait construire.

La première personne de marque que j'aie vue à notre arrivée est M. le comte de Laval. Bientôt après, les courriers de M. le duc et de madame la duchesse de Polignac vinrent pour s'informer de nos nouvelles. Je souffrais de voir M. des Roziers en chemise, et, craignant que sa santé n'en fût altérée, car nous nous étions très échauffés en pliant la machine, j'exigeai de lui qu'il se retirât dans la première maison ; le sergent de garde l'y escorta pour lui donner la facilité de percer la foule. Il rencontra sur son chemin monseigneur le duc de Chartres, qui nous avait suivis, comme l'on voit, de très près ; car j'avais eu l'honneur de causer avec lui un moment avant notre départ. Enfin, il nous arriva des voitures.

Il se faisait tard, M. Pilâtre n'avait qu'une mauvaise redingote qu'on lui avait prêtée. Il ne voulut pas revenir à la Muette.

Je partis seul, quoique avec le plus grand regret de quitter mon brave compagnon.

NOTE II.

Voyage aérien de Charles et Robert.

Relation de Charles.

Nous avons fait précéder notre ascension de l'enlèvement d'un globe de cinq pieds huit pouces, destiné à nous faire connaître la première direction du vent, et à nous frayer à peu près la route que nous allions prendre. Nous l'avons fait présenter à madame Montgolfier, que nos amis avaient eu soin de placer dans l'enceinte autour de nous ; M. de Montgolfier coupa la corde, et le globe s'élança. Le public a compris cette allégorie simple : j'ai voulu faire entendre qu'il avait eu le bonheur de tracer la route.

Le globe échappé des mains de M. de Montgolfier s'élança dans les airs, et sembla y porter le témoignage de notre réunion ; les acclamations l'y suivaient. Pendant ce temps nous préparions à la hâte notre fuite ; les circonstances orageuses qui nous pressaient nous empêchèrent de mettre à nos dispositions toute la précision que nous nous étions proposé la veille. Il nous tardait de n'être plus sur la terre. Le globe et le char en équilibre touchaient encore au sol qui nous portait ; il était une heure trois quarts. Nous jetons dix-neuf livres de lest, et nous nous élevons au milieu du silence concentré par l'émotion et la surprise de l'un et de l'autre parti.

Jamais rien n'égalera ce moment d'hilarité qui s'empara de mon existence, lorsque je sentis que je fuyais de terre ; ce n'était pas du plaisir, c'était du bonheur. Echappé aux tourments affreux de la persécution et de la calomnie, je sentis que je répondais à tout en m'élevant au-dessus de tout.

A ce sentiment moral succéda bientôt une sensation plus vive encore, l'admiration du majestueux spectacle qui s'offrait à nous. De quelque côté que nous abaissions nos regards, tout était têtes ; au-dessus de nous, un ciel sans nuage ; dans le lointain, l'aspect le plus délicieux.

— O mon ami, disais-je à M. Robert, quel est notre bonheur !

J'ignore dans quelle disposition nous laissons la terre ; mais comme le ciel est pour nous ! quelle scène ravissante ! que ne puis-je tenir ici le dernier de nos détracteurs, et lui dire : Regarde, malheureux, tout ce qu'on perd à arrêter le progrès des sciences.

Tandis que nous nous élevions progressivement par un mouvement accéléré, nous nous mîmes à agiter en l'air nos banderoles en signe d'allégresse, et afin de rendre la sécurité à ceux qui prenaient intérêt à notre sort ; pendant ce temps, j'observais toujours le baromètre. M. Robert faisait l'inventaire de nos richesses : nos amis avaient lesté notre char, comme pour un voyage de long cours : vins de Champagne, etc., couvertures et fourrures, etc.

— Bon, lui dis-je, voilà de quoi jeter par la fenêtre.

Alors le baromètre descendit à environ vingt-six pouces ; nous avions cessé de monter, c'est-à-dire que nous étions élevés environ à trois cents toises. C'était la hauteur à laquelle j'avais promis de nous contenir ; et en effet, depuis ce moment jusqu'à celui où nous avons disparu aux yeux des observateurs en station, nous avons toujours composé notre marche horizontale entre vingt-six pouces de mercure et vingt-six pouces huit lignes ; ce qui s'est trouvé d'accord avec les observations de Paris.

Nous avions soin de perdre du lest à mesure que nous descendions, par la perte insensible de l'air inflammable, et nous nous élevions sensiblement à la même hauteur. Si les circonstances nous avaient permis de mettre plus de précision à ce lest, notre marche eût été presque absolument horizontale et à volonté.

Arrivés à la hauteur de Monceaux que nous laissions un peu à gauche, nous restâmes un instant stationnaires. Notre char se retourna, et enfin nous filâmes au gré du vent. Bientôt nous passons la Seine entre Saint-Ouen et Asnières, et telle fut à peu près notre marche aérographique, laissant Colombes sur la gauche, passant presque au-dessus de Gennevilliers. Nous avons traversé une seconde fois la rivière, en laissant Argenteuil sur la gauche ; nous avons passé à Sannois, Franconville, Eaux-Bonnes, Saint-Leu-Taverny, Villiers, traversé l'Ile-Adam, et enfin Nesles, où nous avons descendu. Tels sont à peu près les endroits sur lesquels nous avons dû passer presque perpendiculairement. Ce trajet fait environ neuf lieues de Paris, et nous l'avons parcouru en

deux heures, quoiqu'il n'y eût dans l'air presque pas d'agitation sensible.

Durant tout le cours de ce délicieux voyage, il ne nous est pas venu en pensée d'avoir la plus légère inquiétude sur notre sort et sur celui de notre machine. Le globe n'a souffert d'autre altération que les modifications successives de dilatation et de compression dont nous profitions pour monter et descendre à volonté d'une quantité quelconque. Le thermomètre a été pendant plus d'une heure entre 10 et 12 degrés au-dessus de zéro, ce qui vient de ce que l'intérieur de notre char était réchauffé par les rayons du soleil.

Sa chaleur se fit bientôt sentir à notre globe, et contribua par la dilatation de l'air inflammable intérieur, à nous tenir à la même hauteur, sans être obligés de perdre de notre lest ; mais nous faisions une perte plus précieuse ; l'air inflammable, dilaté par la chaleur solaire, s'échappait par l'appendice du globe que nous tenions à la main, et que nous lâchions suivant les circonstances, pour donner issue au gaz trop dilaté.

C'est par ce moyen simple que nous avons évité ces expansions et ces explosions que les personnes peu instruites redoutaient pour nous. L'air inflammable ne pouvait pas briser sa prison, puisque la porte lui en était toujours ouverte, et l'air atmosphérique ne pouvait entrer dans le globe, puisque la pression même faisait de l'appendice une véritable soupape qui s'opposait à sa rentrée.

Au bout de cinquante-six minutes de marche, nous entendîmes le coup de canon qui était le signal de notre disparition aux yeux des observateurs de Paris. Nous nous réjouîmes de leur avoir échappé. N'étant plus obligés de composer strictement notre course horizontale, ainsi que nous avions fait jusqu'alors, nous nous sommes abandonnés plus entièrement aux spectacles variés que nous présentait l'immensité des campagnes au-dessus desquelles nous planions ; dès ce moment, nous n'avons plus cessé de converser avec leurs habitants, que nous voyions accourir vers nous de toutes parts ; nous entendions leurs cris d'allégresse, leurs vœux, leur sollicitude, en un mot, l'alarme de l'admiration.

Nous criions : *Vive le roi !* et toutes les campagnes répondaient

à nos cris. Nous entendions très distinctement : *Mes bons amis, n'avez-vous point peur? n'êtes-vous point malades? Dieu, que c'est beau! Nous prions Dieu qu'il vous conserve. Adieu, mes amis!* J'étais touché jusqu'aux larmes de cet intérêt tendre et vrai qu'inspirait un spectacle aussi nouveau.

Nous agitions sans cesse nos pavillons, et nous nous apercevions que ces signaux redoublaient l'allégresse et la sécurité. Plusieurs fois nous descendîmes assez bas pour mieux nous faire entendre ; on nous demandait d'où nous étions partis et à quelle heure, et nous montions plus haut en leur disant adieu.

Nous jetions successivement, et suivant les circonstances, redingotes, manchons, habits. Planant au-dessus de l'Ile-Adam, après avoir admiré cette délicieuse campagne, nous fîmes encore le salut des pavillons ; nous demandâmes des nouvelles de monseigneur le prince de Conti. On nous cria avec un porte-voix qu'il était à Paris, qu'il en serait bien fâché. Nous regrettions de perdre une si belle occasion de lui faire notre cour, et nous serions en effet descendus au milieu de ses jardins, si nous avions voulu ; mais nous prîmes le parti de prolonger encore notre course, et nous remontâmes ; enfin nous arrivâmes près des plaines de Nesles.

Il était trois heures et demie passées ; j'avais le dessein de faire un second voyage, et de profiter de nos avantages ainsi que du jour. Je proposai à M. Robert de descendre. Nous voyions de loin des groupes de paysans qui se précipitaient devant nous à travers les champs : « Laissons-nous aller, » lui dis-je ; alors nous descendîmes dans une vaste prairie.

Des arbustes, quelques arbres bordaient son enceinte. Notre char s'avançait majestueusement sur un plan incliné très prolongé. Arrivé près de ces arbres, je craignis que leurs branches ne vinssent heurter le char. Je jetai deux livres de lest, et le char s'éleva par-dessus, en bondissant à peu près comme un coursier qui franchit une haie. Nous parcourûmes plus de vingt toises à un ou deux pieds de terre : nous avions l'air de voyager en traîneau. Les paysans couraient après nous, sans pouvoir nous atteindre, comme des enfants qui poursuivent des papillons dans une prairie.

Enfin nous prenons terre. On nous environne. Rien n'égale la naïveté rustique et tendre, l'effusion de l'admiration et de l'allégresse de tous ces villageois.

Je demandai sur-le-champ les curés, les syndics : ils accou-

raient de tous côtés; il était fête sur le lieu. Je dressai aussitôt un court procès-verbal, qu'ils signèrent. Arrive un groupe de cavaliers au grand galop: c'était monseigneur le duc de Chartres, M. le duc de Fitz-James et M. Farrer, gentilhomme anglais, qui nous suivaient depuis Paris. Par un hasard très singulier, nous étions descendus auprès de la maison de chasse de ce dernier. Il saute de dessus son cheval, s'élance sur notre char, et dit en m'embrassant.

— M. Charles, moi premier.

Nous fûmes comblés des caresses du prince, qui nous embrassa tous deux dans notre char et eut la bonté de signer notre procès-verbal; M. le duc de Fitz-James en fit autant; M. Farrer le signa trois fois de suite. On a omis sa signature dans le journal, parce qu'on n'a pu la lire; il était si agité de plaisir qu'il ne pouvait écrire. De plus de cent cavaliers qui couraient après nous depuis Paris, et que nous apercevions à peine du haut de notre char, c'étaient les seuls qui eussent pu nous joindre. Les autres avaient crevé leurs chevaux, ou y avaient renoncé.

Je racontai brièvement à monseigneur le duc de Chartres quelques circonstances de notre voyage. — Ce n'est pas tout, monseigneur, ajoutai-je en souriant, je m'en vais repartir.

— Comment, repartir?

— Monseigneur, vous allez voir. Il y a mieux: quand voulez-vous que je redescende.

— Dans une demi-heure.

— Eh bien! soit, monseigneur, dans une demi-heure je suis à vous.

M. Robert descendit du char, ainsi que nous étions convenus en voyageant. Trente paysans serrés autour et appuyés dessus, et le corps presque plongé dedans, l'empêchaient de s'envoler. Je demandai de la terre pour me faire un lest; il ne m'en restait plus que trois ou quatre livres. On va chercher une bêche qui n'arrive point. Je demande des pierres, il n'y en avait pas dans la prairie. Je voyais le temps s'écouler, le soleil se coucher. Je calculai rapidement la hauteur possible où pouvait m'élever la légèreté spécifique de cent trente livres que je venais d'acquérir par la descente de M. Robert, et je dis à monseigneur le duc de Chartres:

— Monseigneur, je pars. Je dis aux paysans: Mes amis, reti-

rez-vous tous en même temps des bords du char au premier signal que je vais faire, et je vais m'envoler.

Je frappe de la main, ils se retirent, je m'élançai comme l'oiseau ; en dix minutes, j'étais à plus de quinze cents toises, je n'apercevais plus les objets terrestres, je ne voyais plus que les grandes masses de la nature.

Dès en partant, j'avais pris mes précautions pour échapper au danger de l'explosion du globe, et je me disposai à faire les observations que je m'étais promises. D'abord, afin d'observer le baromètre et le thermomètre placés à l'extrémité du char, sans rien changer au centre de gravité, je m'agenouillai au milieu, la jambe et le corps tendus en avant, ma montre et un papier dans la main gauche, ma plume et le cordon de ma soupape dans ma droite.

Je m'attendais à ce qui allait arriver. Le globe, qui était assez flasque à mon départ, s'enfla insensiblement. Bientôt l'air inflammable s'échappa à grands flots par l'appendice. Alors je tirai de temps en temps la soupape pour lui donner à la fois deux issues, et je continuai ainsi à monter en perdant de l'air. Il sortait en sifflant et devenait visible, ainsi qu'une vapeur chaude qui passe dans une atmosphère beaucoup plus froide.

La raison de ce phénomène est simple. A terre, le thermomètre était à 7° au-dessus de la glace ; au bout de dix minutes d'ascension, j'avais 5° au-dessous. On sent que l'air inflammable contenu n'avait pas eu le temps de se mettre en équilibre de température ; son équilibre élastique étant beaucoup plus prompt que celui de la chaleur, il en devait sortir une plus grande quantité que celle que la dilatation extérieure de l'air pouvait déterminer par sa moindre pression.

Quant à moi, exposé à l'air libre, je passai en dix minutes de la température du printemps à celle de l'hiver. Le froid était vif et sec, mais point insupportable. J'interrogeai alors paisiblement toutes mes sensations, *je m'écoutai vivre* pour ainsi dire, et je puis assurer que dans le premier moment je n'éprouvai rien de désagréable dans ce passage subit de dilatation et de température.

Lorsque le baromètre cessa de monter, je notai très exactement dix-huit pouces dix lignes. Cette observation est de la plus grande rigidité. Le mercure ne souffrait aucune oscillation sensi-

ble. J'ai déduit de cette observation une hauteur de 1,524 toises environ, en attendant que je puisse intégrer ce calcul, et y mettre plus de précision. Au bout de quelques minutes le froid me saisit les doigts, je ne pouvais presque plus tenir ma plume. Mais je n'en avais plus besoin, j'étais stationnaire, et je n'avais plus qu'un mouvement horizontal.

Je me relevai au milieu du char et m'abandonnai au spectacle que m'offrait l'immensité de l'horizon. A mon départ de la prairie, le soleil était couché pour les habitants des vallons ; bientôt il se leva pour moi seul, et vint encore une fois dorer de ses rayons le globe et le char. J'étais le seul corps éclairé dans l'horizon, et je voyais tout le reste de la nature plongé dans l'ombre.

Bientôt le soleil disparut lui-même, et j'eus le plaisir de le voir se coucher deux fois dans le même jour. Je contemplai quelques instants le vague de l'air et les vapeurs terrestres qui s'élevaient du sein des vallées et des rivières. Les nuages semblaient sortir de la terre et s'amonceler les uns sur les autres en conservant leur forme ordinaire. Leur couleur seulement était grisâtre et monotone, effet naturel du peu de lumière divaguée dans l'atmosphère. La lune seule éclairait.

Elle me fit observer que je revirai de bord deux fois, et je remarquai de véritables courants qui me ramenèrent sur moi-même. J'eus plusieurs déviations très sensibles. Je sentis avec surprise l'effet du vent et je vis pointer les banderoles de mon pavillon ; nous n'avions pu observer ce phénomène dans notre premier voyage. Je remarquai les circonstances de ce phénomène, et ce n'était point le résultat de l'ascension ou de la descente ; je marchais alors dans une direction sensiblement horizontale. Dès ce moment je conçus, peut-être un peu trop vite, l'espérance de se diriger. Au surplus, ce ne sera que le fruit du tâtonnement, des observations et des expériences les plus réitérées.

Au milieu du ravissement inexprimable, et de cette extase contemplative, je fus rappelé à moi-même par une douleur très extraordinaire que je ressentis dans l'intérieur de l'oreille droite et dans les glandes maxillaires. Je l'attribuai à la dilatation de l'air contenu dans le tissu cellulaire de l'organisme, autant qu'au froid de l'air environnant. J'étais en veste et la tête nue. Je me couvris d'un bonnet de laine qui était à mes pieds ; mais la douleur ne se dissipa qu'à mesure que j'arrivai à terre.

Il y avait environ sept ou huit minutes que je ne montais plus ; je commençais même à descendre par la condensation de l'air inflammable intérieur. Je me rappelai la promesse que j'avais faite à monseigneur le duc de Chartres de revenir à terre au bout d'une demi-heure. J'accélérai ma descente, en tirant de temps en temps la soupape supérieure. Bientôt le globe vide presque à moitié ne me présentait plus qu'un hémisphère.

J'aperçus une très belle plage en friche auprès du bois de la Tour-du-Lay. Alors je précipitai ma descente. Arrivé à vingt ou trente toises de terre, je jetai subitement deux à trois livres de lest qui me restaient et que j'avais gardées précieusement ; je restai un instant comme stationnaire et vins descendre mollement sur la friche même que j'avais, pour ainsi dire, choisie.

J'étais à plus d'une lieue du point de départ. Les déviations fréquentes que j'essuyai, les retours sur moi-même, me font présumer que le trajet aérien a été de plus de trois lieues. Il y avait trente-cinq minutes que j'étais parti ; et telle est la sûreté des combinaisons de notre machine aérostatique, que je pus consommer, et à volonté, cent trente livres de légèreté spécifique, dont la conservation également volontaire eût pu me maintenir en l'air au moins vingt-quatre heures de plus.

NOTE III.

Rapport fait à l'Académie de Saint-Pétersbourg sur le voyage aérien de Robertson et Saccharoff.

L'Académie arrêta dans sa dernière séance de mai 1804, qu'il serait réservé des fonds pour les frais d'une première ascension, uniquement destinée au progrès des sciences. Le but de cette ascension était de connaître avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'à présent l'état physique de l'atmosphère, ses parties constituantes à différentes élévations déterminées par le baromètre. Les expériences que Deluc, Saussure et Humboldt ont faites sur les montagnes ont dû présenter des modifications, des anomalies qui appartenaient à l'attraction terrestre, ou à la décomposition des corps organisés. L'Académie des sciences a jugé

que l'ascension était le seul moyen d'obtenir des connaissances exactes sur ce point, et qu'il serait possible par là d'établir enfin une loi relative à la densité de l'atmosphère; en conséquence, l'Académie chargea M. le professeur Lowitz, savant chimiste et académicien, de se concerter avec M. Robertson, physicien, pour ordonner les travaux nécessaires à cette expédition utile. L'aérostat que construisit M. Robertson pour ce voyage est une sphère parfaite de 30 pieds de diamètre. La manière dont les fuseaux sont réunis présente une perfection précieuse pour l'aérostation. Les coutures sont établies de manière que plus le taffetas est comprimé par la force expansive du gaz, plus elles se réunissent et s'opposent par leur juxtaposition à la dissipation de ce fluide.

Le grand appareil pneumato-chimique fut monté dans le jardin des Cadets, et fini dans les premiers jours de juin ; mais le temps incertain, causé par le solstice et les vents contraires qui portaient sur la mer Baltique, ne permirent pas d'entreprendre le voyage aussitôt qu'on le désirait. Sur ces entrefaites, la mauvaise santé de M. le professeur Lowitz détermina l'Académie des sciences à proposer M. Saccharoff, chimiste et académicien, pour le remplacer et faire cette ascension avec M. Robertson, ce que M. Robertson accepta avec le plus vif empressement.

Le 30 juin ayant été fixé d'avance pour l'ascension, M. Robertson s'occupa avec zèle à la formation du gaz hydrogène par la décomposition de l'eau; et le 30, à trois heures de l'après-midi, il avait recueilli près de neuf mille pieds cubes de gaz inflammable, qui lui donnaient une puissance d'environ 630 liv.

Quoique l'aérostat fût prêt à quatre heures, les préparatifs des expériences retardèrent le départ; à sept heures, il fut donc lancé deux petits ballons précurseurs pour connaître la véritable direction du vent : ils furent d'abord portés dans les terres par un vent nord-est; mais parvenus à une plus grande élévation, ils prirent une autre direction, un vent d'est les dirigea vers la pleine mer. Il n'y a point de doute que le grand aérostat devait suivre la même route, et les voyageurs partirent avec cette opinion. A sept heures quinze minutes le baromètre marquant 30 pouces et le thermomètre 19°, le ballon s'éleva majestueusement, n'ayant qu'une force ascensionnelle d'une demi-livre qui fut indiquée par le peson à ressort. Arrivé à 108 toises au-dessus du fleuve de la Newa, le ballon parut baisser; cet effet fut sans doute produit

par la condensation du gaz. L'aérostat sortant d'une atmosphère brûlante qui l'enveloppait, dut physiquement perdre de sa force ascensionnelle, lorsqu'il traversa la vapeur froide ou gaz aquatique qui se dégage de la Neva. Mais les voyageurs ayant abandonné un peu de lest, ils reprirent bientôt leur marche primitive, et ils ne tardèrent pas à juger de leur élévation par la descente graduelle du mercure dans leur baromètre. Le développement du tableau immense qui se déroulait sous leurs pieds permettait déjà à leur vue d'embrasser la totalité des environs de Saint-Pétersbourg dans un diamètre de plus de 30 verstes; l'horizon ne paraissait rétréci et borné que par des vapeurs d'un gris foncé et qui s'élèvent souvent des forêts de sapins, sur la fin d'un beau jour.

Pendant que l'aérostat s'élevait en silence, il tourna plusieurs fois et lentement sur lui-même, et fit changer les voyageurs de place. Ce mouvement, qui n'est pas désagréable, fut sans doute produit par la rencontre d'un courant supérieur dans lequel entrait d'abord le ballon, tandis que la nacelle obéissait encore au courant inférieur dans lequel elle nageait. La marche des voyageurs vers la pleine mer, à cet instant, semble devoir confirmer cette opinion.

Relativement à la connaissance que l'aéronaute peut obtenir de sa marche, c'est ici la place de parler d'une découverte précieuse par laquelle le physicien peut préciser le moindre mouvement de son vaisseau. On sait que, lorsque l'aéronaute est dans une très grande élévation, il lui est impossible de reconnaître le point vers lequel il est porté. Son ballon et tout ce qui est sous ses pieds lui paraissent dans l'immobilité la plus parfaite, il n'a point d'objet de comparaison. Sa boussole lui désigne bien le nord, mais qui lui indiquera promptement et avec précision sur la carte la direction que prend l'aérostat? Le procédé dont se sont servis les voyageurs est extrêmement exact et sûr. Ils ont réuni en forme de croix deux feuilles de papier léger et noirci; on les a maintenues ensemble par de petites tringles de bois. Ce corps très léger était attaché à l'extrémité de la gondole par un fil de vingt-cinq archines (environ 10 toises) de longueur. Ce flotteur plus léger, et offrant moins de surface que l'aérostat, obéissait moins au courant que lui, il suivait conséquemment le ballon : sa position combinée avec la direction de la boussole, indiquait le point vers

lequel les voyageurs dirigeaient leur marche. Un second avantage que présente ce flotteur, c'est qu'il indique l'ascension de l'aérostat ou sa descente, même avant que le baromètre ait fait le plus léger mouvement; lorsque la chaloupe monte, le flotteur descend, et il monte lorsque celle-là descend.

Après avoir découvert la route que suit le ballon lorsqu'il est perdu dans l'espace, il ne reste plus, pour rassurer les voyageurs, qu'à connaître leur véritable position relativement aux objets qui sont sous leurs pieds ; c'est de quoi les physiciens de l'Académie se sont occupés avec succès. On sait que lorsque les aéronautes sont à une très grande élévation, ils ne peuvent juger de leur position géographique, n'ayant aucun objet de comparaison ils se croient dans l'immobilité la plus parfaite, et les objets qui ont souvent plus d'une lieue d'étendue ne présentent qu'un point pour eux. de manière qu'ils se croient être le zénith de tous les objets qu'ils ont sous leurs pieds ; le procédé que ces physiciens ont employé a parfaitement réussi. Une forte lunette achromatique traversait le fond de la nacelle ; elle était fixée perpendiculairement à l'horizon, au moyen d'un à-plomb ; elle indiquait avec précision les objets au-dessus desquels planait l'aérostat. C'est par ce procédé que les voyageurs connurent l'instant de leur entrée sur l'embouchure de la Newa.

A sept heures cinquante minutes, tandis que le baromètre était à 27 pouces, le thermomètre à 15°, les physiciens apercevant au moyen du flotteur qu'ils étaient directement portés sur la mer Baltique, ils ouvrirent la soupape pour descendre, jusqu'à ce qu'ils eussent retrouvé le courant qui les avait d'abord portés vers Gatchina ; la descente fut uniforme et indiquée par le flotteur et le baromètre qui remonta à 29 pouces. Ce fut quelque temps avant cette descente que les aéronautes éprouvèrent un sentiment particulier dans les oreilles. Le bourdonnement désagréable qui affecte cet organe ne cesse que lorsqu'on arrive dans les plages inférieures de l'atmosphère, et lorsque l'air contenu dans l'organe est en équilibre avec l'air extérieur. Le danger de la mer étant passé, les voyageurs jetèrent du lest et peu à peu le baromètre descendit à 25 pouces, et le thermomètre à 13°. Alors les aéronautes furent instruits par leur loch ou flotteur, qu'ils avaient atteint une nouvelle direction, et que le vent qu'ils cherchaient les avait portés dans les terres, en les dirigeant plus au sud ; ils furent

même capables d'indiquer avec la plus exacte précision, au moyen de la lunette perpendiculaire, l'instant de leur sortie du golfe, qui s'effectua, à leur satisfaction, à huit heures quarante-cinq minutes. Ils coururent quelque temps cette direction, et croyant n'avoir plus rien à craindre de la mer, ils jetèrent par intervalle environ 30 livres de lest pour s'élever, de manière qu'à neuf heures neuf minutes le mercure descendit à 24 pouces. A cette élévation, les voyageurs firent un léger repas, auquel présida la gaieté. M. le professeur Saccharoff renferma de l'air atmosphérique dans un sixième flacon, comme il le faisait à chaque pouce indiqué par la descente du baromètre. L'appareil dont on s'est servi pour cet effet est ingénieux, commode et exact : c'est une boîte contenant douze flacons fermés par des robinets de fer ; le vide y a été formé au moyen du mercure. Chaque flacon porte un numéro, afin de pouvoir être relaté dans le journal du voyage et coïncider avec les observations du baromètre A cette élévation, on donna la liberté à un petit oiseau qui paraissait souffrir de son élévation ; il ne voulut jamais abandonner la chaloupe; enfin, on l'obligea de partir : alors on le vit tomber comme une pierre par un plan légèrement incliné ayant l'air de glisser le long d'une corde, sans presque agiter les ailes. On fit le même essai sur un pigeon, mais à peine fut-il sorti de la gondole, que sentant sa faiblesse et beaucoup de difficulté de voler, il vint se percher sur les cordages du ballon et voyagea longtemps avec lui. Il pressentait tellement le danger, qu'il se laissa prendre par M. Saccharoff, qui le jeta dessous la gondole, et alors on le vit descendre en tournant et faisant des efforts inutiles pour regagner l'aérostat. Pendant ce temps, le ballon montait rapidement, le froid augmentait, le thermomètre était descendu à 6° 1/2, et le baromètre indiquait 23 pouces. Le soleil, qui était couché depuis une demi-heure pour les habitants de la terre, était encore visible pour les deux voyageurs ; sa vivacité était seulement modérée par les vapeurs grisâtres qui formaient une large couronne autour de l'horizon. L'aérostat continua de s'élever jusqu'à dix heures : le mercure descendit à 22 pouces et le thermomètre à 4° 1/2. Ce fut à cette élévation que M. Saccharoff observa avec le plus grand soin un phénomène qui avait déjà été remarqué par M. Robertson, dans sa première ascension de Hambourg, mais à une bien plus grande élévation. M. Saccharoff n'ayant pu faire usage de l'aiguille d'in-

clinaison, parce qu'elle se trouvait dérangée, il consulta celle de déclinaison : il s'aperçut qu'elle n'était plus horizontale ; le pôle nord était relevé de près de 10°, et le pôle sud s'inclinait vers la terre. M. Robertson répéta aussi l'opération, elle se trouva conforme. Peut-être à l'avenir cette observation portera-t-elle le plus grand jour sur une matière qui jusqu'à présent n'a point encore eu d'hypothèse satisfaisante ; peut-être l'attraction de l'aimant diminuant comme le carré des distances, fournira-t-elle aux physiciens un nouveau moyen pour se guider dans le ciel, et même connaître leur élévation dans l'absence du baromètre. Il faut tout attendre, tout espérer des phénomènes nouveaux qui se présentent dans ce domaine dont vient de s'enrichir la physique.

A cette élévation, M. Saccharoff consulta ses fonctions physiques ; il trouva peu d'altération dans la marche du pouls et dans la respiration. Il donna la liberté à un troisième pigeon, qui battit des ailes inutilement, et vint se fixer sur la nacelle, qu'il ne voulut pas quitter. Il fallut le précipiter, et la véritable chute qu'il a faite doit faire douter qu'il soit parvenu en vie jusqu'à la terre. A cette hauteur, le gaz acide carbonique contenu dans le vin se dégage avec une extrême rapidité, et forme une espèce d'effervescence. L'air atmosphérique contenu dans l'eau d'une bouteille présentait, à peu de chose près, un phénomène semblable. Ce fut à cette élévation que M. Saccharoff proposa de passer la nuit dans l'aérostat. Il fallut consulter le lest qu'avaient laissé les deux manœuvres qu'on avait été obligé de faire pour éviter le courant qui portait sur le golfe : la proposition fut acceptée, et les voyageurs se donnèrent la main en gage de leur résolution. Cependant l'expansion du gaz hydrogène augmentait toujours avec l'élévation du ballon ; elle était telle, que l'enveloppe était distendue dans tous ses points, et que le gaz s'échappait avec force par deux issues à la fois, c'est-à-dire par l'appendice et par la soupape ; cette perte était effrayante et beaucoup plus forte qu'elle n'aurait dû s'effectuer à cette élévation, le mercure du baromètre n'étant descendu que de 8 pouces. Les voyageurs attribuent cette grande raréfaction à la qualité du gaz hydrogène, qui a dû, sans doute, se trouver combiné avec une grande quantité de gaz acide carbonique qui s'est dégagé de la tournure de fonte, ainsi qu'à l'oxyde qui a dû se former pendant vingt jours que les matières restèrent distribuées dans les appa-

reils. Cette quantité a été considérable, puisque, dans les ascensions précédentes, M. Robertson n'a jamais observé une expansion aussi forte.

Différentes circonstances ont empêché les voyageurs de s'élever aussi haut qu'ils en avaient formé le projet : 1° la direction du courant supérieur, qui les portait vers la mer ; 2° cette grande quantité de gaz acide carbonique, qui distendait le ballon en pure perte, sans lui ajouter de la légèreté ; 3° les vapeurs sombres, qui s'accumulaient autour de la gondole, et semblaient devoir bientôt la plonger dans les ténèbres. La terre ayant tout à fait disparu depuis une demi-heure, les voyageurs pouvaient craindre de rencontrer un nouveau courant qui aurait pu les porter une troisième fois vers le golfe, dont ils n'étaient pas très éloignés.

La proposition de se rapprocher de la terre fut sensible à M. Saccharoff ; il aurait tout bravé pour tenter une foule d'expériences que ce nouveau théâtre présentait à ses observations ; mais sentant le danger d'un voyage prolongé dans l'obscurité, dans une vapeur froide qui humectait les instruments de physique, et sur une plage inconnue, il consentit à se rapprocher de la terre, dans l'espoir de rentrer dans cette carrière aussitôt que l'Académie le désirerait. En conséquence, les voyageurs ouvrirent la soupape graduellement, et, l'œil fixé sur le baromètre, ils calculaient la célérité de leur descente, la ralentissaient ou l'accéléraient selon la marche du mercure. C'est en passant dans les couches inférieures de l'atmosphère, que les physiciens répétèrent un phénomène dont l'application peut aussi présenter la plus grande utilité dans les ascensions qu'on fera à l'avenir.

En parlant dans un porte-voix présenté perpendiculairement à la terre, la voix est réfléchie avec une extrême pureté ; elle semble n'avoir rien perdu de son intensité. Ce physicien parla, à différentes élévations, et la voix mettait plus ou moins d'intervalle dans sa réflexion. Chaque fois, la percussion imprimée à l'air par le son s'observait par une légère ondulation qu'éprouvait l'aérostat. Cette fluctuation semble devoir confirmer la puissance que l'homme a sur la terre de détourner en partie la pluie ou un nuage orageux, au moyen des secousses répétées qu'il imprime à la colonne atmosphérique par le bruit du canon ou d'autres procédés. Dans une de ces expériences, la voix ne fut réfléchie qu'après dix secondes ; selon la théorie de Newton, le son ne doit se

propager sur la terre que dans la progression de 900 pieds dans une seconde ; cependant une foule d'expériences exactes ont déterminé sa marche à 1,038 pieds de Paris par seconde. D'après cette loi, la voix des aéronautes aurait parcouru 10,380 pieds en dix secondes ; mais, comme il faut ne tenir compte que de la moitié du chemin pour le retour de la voix dans sa réflexion, il resterait donc 5,190 pieds de France pour l'éloignement de l'aérostat à la terre : le baromètre était à 27 pouces. Il est probable que l'ascension du son diffère de progression horizontale ; les essais sur cette nouvelle loi à établir doivent être curieux, et peuvent jeter un nouveau jour sur la densité de l'atmosphère, sur sa manière d'agir selon ses différents états, soit thermométriques, soit hygrométriques. Comme il n'y a point dans la nature de moyen plus commode et plus sûr qu'un aérostat pour tenter des expériences sur le son, il serait facile, avec le secours de deux montres à tierces, de déterminer la promptitude de l'ascension du son ; il s'agirait, dans un temps calme. de tirer, de trente secondes en trente secondes, un canon placé perpendiculairement, et disposé dans un lieu libre. Les observateurs sur la terre, ainsi que les aéronautes, tiendraient compte de l'instant de l'expérience, du départ et de l'arrivée du bruit. Par là on établirait une loi sûre et invariable. Il est à observer que dans l'expérience du porte-voix, le son ne fut nullement réfléchi, lorsqu'on parlait dans une direction opposée à la terre.

Les voyageurs, après avoir traversé différentes couches vaporeuses qui différaient toutes de température, virent le thermomètre sauter assez brusquement de plusieurs degrés, et ce fut l'instant où ils aperçurent la terre, mais d'une manière assez confuse. Ils parlaient souvent au moyen du porte-voix ; leur éloignement les empêchait d'être entendus ; le seul écho leur répondait. Ils pressèrent leur descente, pour aborder un village, mais ayant observé un bois très épais qui pouvait incommoder leur retour, ils prolongèrent leur marche et choisirent un superbe jardin qui semblait s'offrir pour les recevoir ; ils effectuèrent leur descente à dix heures quarante-cinq minutes, sur une belle pelouse, tout vis-à-vis du château de S. E. M. le général P. G. Demidoff, à Sivoritz, distant de Saint-Pétersbourg de soixante verstes (environ vingt lieues), chaque verste étant de 3,650 pieds ; on voit que ne tenant pas même compte du temps qui a été perdu par les deux

manœuvres que l'on fit pour éviter le courant supérieur, l'aérostat parcourait 17 pieds 4 pouces 6 lignes $\frac{7}{10}$ en une seconde, par le vent le plus faible, et qui était à peine sensible sur la terre : cette vitesse est un peu plus grande que celle que parcourt un corps en chute libre dans sa première seconde.

Dans la vue de ménager les instruments de physique et d'affaiblir la marche accélérée de l'aérostat, M. Robertson descendit, au moyen d'une très longue corde dont il tenait l'autre extrémité, tous les instruments de physique qu'il avait réunis dans sa pelisse. A peine l'aérostat fut-il allégé de ce fardeau, qu'au bout de quelques instants il resta presque immobile dans le ciel, ce qui donna aux villageois qui s'épuisaient à le suivre le temps de prendre la corde pour remorquer l'aérostat et choisir le plus beau gazon pour l'y déposer. Tel est le résultat de la première des expériences que l'Académie des sciences a projetées ; ce voyage ne peut être regardé que comme la sentinelle ou le premier vaisseau qu'elle envoie à la découverte, pour reconnaître de nouvelles plages et se frayer un chemin où l'œil de l'observateur n'a pas encore pénétré.

NOTE IV.

Relation du voyage aérostatique de MM. Biot et Gay-Lussac, par M. Biot.

Depuis que l'usage des aérostats est devenu facile et simple, les physiciens désiraient qu'on les employât pour faire les observations qui demandent que l'on s'élève à de grandes hauteurs, loin des objets terrestres. Le ministère de M. Chaptal offrait particulièrement une occasion favorable pour réaliser ces projets utiles aux sciences, MM. Berthollet et Laplace ayant bien voulu s'y intéresser, ce ministre s'empressa de concourir à leurs vues, et nous nous offrîmes, M. Gay-Lussac et moi, pour cette expédition. Nous venons de faire notre premier voyage, et nous allons en rendre compte à la classe ; empressement d'autant plus naturel, que plusieurs de ses membres nous ont éclairés de leur expérience et de leurs conseils.

Notre but principal était d'examiner si la propriété magnétique éprouve quelque diminution appréciable quand on s'éloigne de la terre. Saussure, d'après des expériences faites sur le *col du Géant*, à 3,435 mètres de hauteur, avait cru y reconnaître un affaiblissement très sensible et qu'il évaluait à 1/5. Quelques physiciens avaient même annoncé que cette propriété se perd entièrement quand on s'éloigne de la terre, dans un aérostat. Ce fait étant lié de très près à la cause des phénomènes magnétiques, il importait à la physique qu'il fût éclairci et constaté ; du moins c'est ainsi qu'ont pensé plusieurs membres de la classe, et l'illustre Saussure lui-même, qui recommande beaucoup cette observation, sur laquelle il est revenu plusieurs fois dans ses voyages aux Alpes.

Pour décider cette question, il ne faut qu'un appareil fort simple. Il suffit d'avoir une aiguille aimantée, suspendue à un fil de soie très fin. On détourne un peu l'aiguille de son méridien magnétique, et on la laisse osciller ; plus les oscillations sont rapides, plus la force magnétique est considérable. C'est Borda qui a imaginé cette excellente méthode, et M. Coulomb a donné le moyen d'évaluer la force d'après le nombre des oscillations. Saussure a employé cet appareil dans son voyage sur le col du Géant. Nous en avons emporté un semblable dans notre aérostat. L'aiguille dont nous nous sommes servis avait été construite avec beaucoup de soin par l'excellent artiste Fortin ; et M. Coulomb avait bien voulu l'aimanter lui-même par la méthode d'OEpinus. Nous avons essayé, à plusieurs reprises, sa force magnétique, lorsque nous étions encore à terre. Elle faisait vingt oscillations en cent quarante et une secondes, de la division sexagésimale ; et comme nous avons obtenu ce même résultat un grand nombre de fois, à des jours différents, sans trouver un écart d'une demi-seconde, on peut le regarder comme très exact. Nous nous servions, pour observer, de deux excellentes montres à secondes qui nous avaient été prêtées par M. Lepine, habile horloger.

Outre cet appareil, nous avons emporté une boussole ordinaire de déclinaison et deux boussoles d'inclinaison. La première pour observer la direction du méridien magnétique ; la seconde pour connaître les variations d'inclinaison. Ces appareils, beaucoup moins sensibles que le premier, étaient seulement destinés

à nous indiquer des différences, s'il en était survenu qui fussent très considérables. Afin de n'avoir que des résultats comparables, nous avions placé tous ces instruments dans la nacelle, lorsque nous avons observé, à terre, les oscillations de la première aiguille. Du reste, il n'entrait pas un morceau de fer dans la construction de notre nacelle, ni dans celle de notre aérostat. Les seuls objets de cette matière que nous emportâmes (un couteau, des ciseaux, deux canifs) furent descendus dans un panier au-dessous de la nacelle, à 8 ou 10 mètres de distance (25 ou 30 pieds), en sorte que leur influence ne pouvait être sensible en aucune manière.

Outre cet objet principal, dans ce premier voyage, nous nous proposions aussi d'observer l'électricité de l'air, ou plutôt la différence d'électricité des différentes couches atmosphériques. Pour cela, nous avions emporté des fils métalliques de diverses longueurs, depuis 20 jusqu'à 100 mètres (60 à 300 pieds). En suspendant ces fils à côté de notre nacelle, à l'extrémité d'une tige de verre, ils devaient nous mettre en communication avec les couches intérieures et nous permettre de puiser leur électricité. Quant à la nature de cette électricité, nous avions, pour la déterminer, un petit électrophore, chargé très faiblement, et dont la résine avait été frottée à terre avant le départ.

Nous avions aussi projeté de rapporter de l'air puisé à une grande hauteur. Nous avions pour cela un ballon de verre fermé, dans lequel on avait fait exactement le vide, en sorte qu'il suffisait de l'ouvrir pour le remplir d'air. On devine aisément que nous nous étions munis de baromètres, de thermomètres, d'électromètres et d'hygromètres. Nous avions avec nous des disques de métal pour répéter les expériences de Volta, ou l'électricité développée par le simple contact. Enfin, nous avions emporté divers animaux, comme des grenouilles, des oiseaux et des insectes.

Nous partîmes, du jardin du Conservatoire des arts, le 6 fructidor, à dix heures du matin, en présence d'un petit nombre d'amis. Le baromètre était à $0^m,765$ (28 p. 3 l.) ; le thermomètre, à 16°,5 de la division centigrade (13°,2 de Réaumur) ; et l'hygromètre à 80°,8, par conséquent assez prêt de la plus grande humidité. M. Conté, que le ministre de l'intérieur avait chargé, dès l'origine, de tous les préparatifs, avait pris toutes les mesures imaginables pour que notre voyage fût heureux, et il le fut en effet.

Nous l'avouerons, le premier moment où nous nous élevâmes ne fut pas donné à nos expériences. Nous ne pûmes qu'admirer la beauté du spectacle qui nous environnait. Notre ascension, lente et calculée, produisit sur nous cette impression de sécurité que l'on éprouve toujours quand on est abandonné à soi-même, avec des moyens sûrs. Nous entendions encore les encouragements qui nous étaient donnés; mais nous n'en avions pas besoin; nous étions parfaitement calmes et sans la plus légère inquiétude. Nous n'entrons dans ces détails que pour montrer que l'on peut accorder quelque confiance à nos observations.

Nous arrivâmes bientôt dans les nuages. C'étaient comme de légers brouillards, qui ne nous causèrent qu'une faible sensation d'humidité. Notre ballon s'étant gonflé entièrement, nous ouvrîmes la soupape pour abandonner du gaz, et en même temps nous jetâmes du lest pour nous élever plus haut. Nous nous trouvâmes aussitôt au-dessus des nuages, et nous n'y rentrâmes qu'en descendant.

Ces nuages, vus de haut, nous parurent blanchâtres, comme lorsqu'on les voit de la surface de la terre. Ils étaient tous exactement à la même élévation: et leur surface supérieure, toute mamelonnée et ondulante, nous offrait l'aspect d'une plaine couverte de neige.

Nous nous trouvions alors vers deux mille mètres de hauteur (1). Nous voulûmes faire osciller notre aiguille, mais nous ne tardâmes pas à reconnaître que l'aérostat avait un mouvement de rotation très lent, qui faisait varier sans cesse la position de la nacelle par rapport à la direction de l'aiguille, et nous empêchait d'observer le point où les oscillations finissaient. Cepen-

(1) Nous avons calculé ces hauteurs d'après les observations du baromètre et du thermomètre, faites dans l'aérostat et comparées à celles faites par M. Bouvard à l'Observatoire. Nous avons employé la formule de M. Laplace, avec les coefficients corrigés, qu'il a adoptés, et que M. Ramond a conclus d'un grand nombre de mesures trigonométriques prises avec beaucoup de soin. Notre thermomètre était à l'esprit-de-vin, divisé en 100 parties, et garanti de l'action du soleil par un mouchoir blanc, qui l'enveloppait sans le toucher. Nous avons pris toutes les précautions nécessaires dans le calcul, pour ne pas donner à nos hauteurs des valeurs trop grandes, et elles sont plutôt trop faibles que trop fortes.

dant la propriété magnétique n'était pas détruite; car en approchant de l'aiguille un morceau de fer, l'attraction avait encore lieu. Ce mouvement de rotation devenait sensible quand on alignait les cordes de la nacelle sur quelque objet terrestre, ou sur les flancs des nuages, dont les contours nous offraient des différences très sensibles. De cette manière nous nous aperçûmes bientôt que nous ne répondions pas toujours au même point. Nous espérâmes que ce mouvement de rotation, déjà très peu rapide, s'arrêterait avec le temps, et nous permettrait de reprendre nos oscillations.

En attendant, nous fîmes d'autres expériences; nous essayâmes le développement de l'électricité par le contact des métaux isolés; elle réussit comme à terre. Nous apprêtâmes une colonne électrique avec vingt disques de cuivre et autant de disques de zinc; nous obtînmes, comme à l'ordinaire, la saveur piquante. Tout cela était facile à prévoir, d'après la théorie de Volta, et puisque l'on sait d'ailleurs que l'action de la colonne électrique ne cesse pas dans le vide; mais il était si facile de vérifier ces faits, que nous avions cru devoir le faire. D'ailleurs tous ces objets pouvaient nous servir de lest au besoin. Nous étions alors à 2,724 mètres de hauteur, selon notre estime.

Vers cette élévation nous observâmes les animaux que nous avions emportés; ils ne paraissaient pas souffrir de la rareté de l'air, cependant le baromètre était à 20 pouces 8 lignes; ce qui donnait une hauteur de 2,622 mètres. Une abeille violette (*apis violacea*), à qui nous avions donné la liberté, s'envola très vite, et nous quitta en bourdonnant. Le thermomètre marquait 13° de la division centigrade (10°,4 Réaumur). Nous étions très surpris de ne pas éprouver de froid, au contraire le soleil nous échauffait fortement; nous avions ôté les gants que nous avions mis d'abord, et qui ne nous ont été d'aucune utilité. Notre pouls était fort accéléré: celui de M. Gay-Lussac, qui bat ordinairement soixante-deux pulsations par minute, en battait quatre-vingts; le mien, qui donne ordinairement soixante-dix-neuf pulsations, en donnait cent onze. Cette accélération se faisait donc sentir, pour nous deux, à peu près dans la même proportion. Cependant notre respiration n'était nullement gênée, nous n'éprouvions aucun malaise et notre situation nous semblait extrêmement agréable.

Cependant nous tournions toujours, ce qui nous contrariait fort, parce que nous ne pouvions pas observer les oscillations

magnétiques tant que cet effet avait lieu. Mais en nous alignant, comme je l'ai dit, sur les objets terrestres, et sur les flancs des nuages, qui étaient bien au-dessous de nous, nous nous aperçûmes que nous ne tournions pas toujours dans le même sens ; peu à peu le mouvement de rotation diminuait, et se reproduisait en sens contraire. Nous comprîmes alors qu'il fallait saisir ce passage d'un des états à l'autre, parce que nous restions stationnaires dans l'intervalle. Nous profitâmes de cette remarque pour faire nos expériences. Mais comme cet état stationnaire ne durait que quelques instants, il n'était pas possible d'observer, de suite, vingt oscillations comme à terre ; il fallait se contenter de cinq ou de six au plus, en prenant bien garde de ne pas agiter la nacelle, car le plus léger mouvement, celui que produisait le gaz quand nous le laissions échapper, celui même de notre main quand nous écrivions, suffisait pour nous faire tourner. Avec toutes ces précautions, qui demandaient beaucoup de temps, d'essais et de soins, nous parvînmes à répéter dix fois l'expérience dans le cours du voyage, à diverses hauteurs. En voici les résultats dans l'ordre où nous les avons obtenus.

Hauteurs calculées.	Nombre des oscillations.	Temps.
2,897 mètres	5	35″
3,038 —	5	35″
Id. —	5	35″
Id. —	5	35″
2,862 —	10	70″
3,145 —	5	35″
3,665 —	5	35″,5
3,589 —	10	68″
3,742 —	5	35″
3,977 — (2040 toises)	10	70″

Toutes ces observations, faites dans une colonne de plus de mille mètres de hauteur, s'accordent à donner 35″ pour la durée de cinq oscillations. Or, les expériences faites à terre donnent 35″ 1/4 pour cette durée. La petite différence d'un quart de seconde n'est pas appréciable, et dans tous les cas elle ne tend pas à indiquer une diminution.

On en peut dire autant de l'expérience qui a donné une fois

68 degrés pour 10 oscillations, ce qui fait 34 pour chacune ; elle n'indique pas non plus un affaiblissement.

Il nous semble donc que ces résultats établissent avec quelque certitude la proposition suivante :

La propriété magnétique n'éprouve aucune diminution appréciable depuis la surface de la terre jusqu'à 4000 mètres de hauteur ; son action dans ces limites se manifeste constamment par les mêmes effets, et suivant les mêmes lois.

Il nous reste maintenant à expliquer la différence de ces résultats avec ceux des autres physiciens dont nous avons parlé ; et d'abord, quant aux expériences de Saussure, il nous semble, si nous osons le dire, qu'il s'y est glissé quelque erreur. On le voit clairement par les nombres même qu'il a rapportés (1). Lorsqu'il voulut déterminer la force magnétique de son aiguille à Genève, il trouva pour les temps de vingt oscillations, 302″, 290″, 300″, 280″, résultats très peu comparables, puisque leur différence va jusqu'à 12″. Au contraire, dans les expériences préliminaires que nous avons faites à terre avant de partir, nous n'avons jamais trouvé une demi-seconde de différence, sur le temps de vingt oscillations. De plus, il existe encore une autre erreur dans le calcul fait par Saussure pour comparer les forces magnétiques sur la montagne et dans la plaine ; et d'après tout cela, il n'est pas étonnant que ses résultats diffèrent de ceux que nous avons obtenus. Mais il nous semble que les nôtres sont préférables, parce qu'ils paraissent s'accorder davantage, et parce que nous nous sommes élevés beaucoup plus haut.

Quant à cette autre observation faite par quelques physiciens, relativement aux irrégularités de la boussole, quand on s'élève dans l'atmosphère, il nous semble qu'on peut facilement l'expliquer par ce que nous avons dit précédemment sur la rotation continuelle de l'aérostat. En effet, ces observateurs ont dû tourner comme nous, puisque la seule impulsion du gaz qui s'échappe en ouvrant la soupape suffit pour produire cet effet. S'ils n'ont pas fait cette remarque, l'aiguille qui ne tournait pas avec eux leur a paru incertaine, et sans aucune direction déterminée ; mais ce n'est qu'une illusion produite par leur propre mouvement.

(1) *Voyage dans les Alpes*, t. IV, p. 312 et 313.

Enfin il nous reste à prévenir un doute, que l'on pourrait élever sur nos expériences : on pourrait craindre que nos montres ne se fussent dérangées dans le voyage, de sorte qu'il aurait pu arriver quelque variation dans la force magnétique sans que nous l'eussions aperçue. Mais, puisque nous n'y avons observé aucune différence, il faudrait, dans cette supposition, que la force magnétique et la marche de notre montre eussent varié en sens contraire, précisément dans le même rapport et de manière à se compenser exactement ; hypothèse extrêmement improbable et même tout à fait inadmissible.

Nous n'avons pas pu observer aussi exactement l'inclinaison de la barre aimantée ; ainsi nous ne pouvons pas affirmer avec autant de certitude qu'elle n'éprouve absolument aucune variation. Cependant cela est très probable, puisque la force horizontale n'est point altérée. Mais nous sommes assurés du moins que ces variations, si elles existent, sont très peu considérables ; car nos barres magnétiques, équilibrées avant le départ, ont constamment gardé pendant tout le voyage leur situation horizontale ; ce qui ne serait pas arrivé si la force, qui tendait à les incliner, eût changé sensiblement.

Enfin la déclinaison avait été aussi l'objet de nos recherches ; mais le temps et la disposition de nos appareils ne nous ont pas permis de la déterminer exactement. Cependant il est également probable qu'elle ne varie pas d'une manière sensible. Au reste, nous avons maintenant des moyens précis pour la mesurer avec exactitude dans un autre voyage : nous pourrons aussi évaluer exactement l'inclinaison.

Pour ne pas interrompre cet exposé, nous avons passé sous silence quelques autres expériences moins importantes, auxquelles il est nécessaire de revenir.

Nous avons observé nos animaux à toutes les hauteurs ; ils ne paraissaient souffrir en aucune manière. Pour nous, nous n'éprouvions aucun effet, si ce n'est cette accélération du pouls dont j'ai déjà parlé. A 3,400 mètres de hauteur, nous donnâmes la liberté à un petit oiseau que l'on nomme un *verdier ;* il s'envola aussitôt, mais revint presque à l'instant se poser sur nos cordages ; ensuite, prenant de nouveau son vol, il se précipita vers la terre, en décrivant une ligne tortueuse peu différente de la verticale. Nous le suivîmes des yeux jusque dans les nuages, où nous le

perdîmes de vue. Mais un pigeon, que nous lâchâmes de la même manière, à la même hauteur, nous offrit un spectacle beaucoup plus curieux : remis en liberté sur le bord de la nacelle, il y resta quelques instants, comme pour mesurer l'étendue qu'il avait à parcourir ; puis il s'élança en voltigeant d'une manière inégale, en sorte qu'il semblait essayer ses ailes ; mais, après quelques battements, il se borna à les étendre et s'abandonna tout à fait. Il commença à descendre vers les nuages, en décrivant de grands cercles, comme font les oiseaux de proie. Sa descente fut rapide, mais réglée ; il entra bientôt dans les nuages, et nous l'aperçûmes encore au-dessous.

Nous n'avions pas encore essayé l'électricité de l'air, parce que l'observation de la boussole, qui était la plus importante et qui exigeait que l'on saisît des occasions favorables, avait absorbé presque toute notre attention ; d'ailleurs nous avions toujours eu des nuages au-dessous de nous, et l'on sait que les nuages sont diversement électrisés. Nous n'avions pas alors les moyens nécessaires pour calculer leur distance d'après la hauteur du baromètre, et nous ne savions pas jusqu'à quel point ils pourraient nous influencer. Cependant, pour essayer au moins notre appareil, nous tendîmes un fil mécanique de 80 mètres (240 pieds), de longueur, et après l'avoir isolé de nous, comme je l'ai dit plus haut, nous prîmes de l'électricité à son extrémité supérieure, et nous la portâmes à l'électromètre : elle se trouva résineuse. Nous répétâmes deux fois cette observation dans le même moment : la première, en détruisant l'électricité atmosphérique par l'influence de l'électricité vitrée de l'électrophore, la seconde en détruisant l'électricité vitrée tirée de l'électrophore, au moyen de l'électricité atmosphérique. C'est ainsi que nous pûmes nous assurer que cette dernière était résineuse.

Cette expérience indique une électricité croissante avec les hauteurs, résultat conforme à ce que l'on avait déjà conclu par la théorie, d'après les expériences de Volta et de Saussure. Mais maintenant que nous connaissons la bonté de notre appareil, nous espérons vérifier de nouveau ce fait par un plus grand nombre d'essais dans un autre voyage.

Nos observations du thermomètre nous ont indiqué au contraire une température décroissant de bas en haut, ce qui est conforme aux résultats connus. Mais la différence a été beaucoup

plus faible que nous ne l'aurions attendu : car, en nous élevant à 2,000 toises, c'est-à-dire bien au-dessus de la limite inférieure des neiges éternelles, à cette latitude, nous n'avons pas éprouvé une température plus basse que 10°,5 au thermomètre centigrade (8°,4 Réaumur); et, au même instant, la température de l'Observatoire, à Paris, était de 17°,5 centigr. (14° Réaumur).

Un autre fait assez remarquable, qui nous est aussi donné par nos observations, c'est que l'hygromètre a constamment marché vers la sécheresse, à mesure que nous nous sommes élevés dans l'atmosphère, et, en descendant, il est graduellement revenu vers l'humidité. Lorsque nous partîmes, il marquait 80°,8 à la température de 16°,5 du thermomètre centigrade ; et à 4,000 mètres de hauteur, quoique la température ne fût qu'à 10°,5, il ne marquait plus que 30°. L'air était donc beaucoup plus sec dans ces hautes régions, qu'il ne l'est près de la surface de la terre.

Pour nous élever à ces hauteurs, nous avions jeté presque tout notre lest : il nous en restait à peine quatre ou cinq livres. Nous avions donc atteint la hauteur à laquelle l'aérostat pouvait nous porter tous deux à la fois. Cependant, comme nous désirions vivement terminer tout à fait l'observation de la boussole, M. Gay-Lussac me proposa de s'élever seul à la hauteur de 6,000 mètres (3,000 toises), afin de vérifier nos premiers résultats; nous devions déposer tous les instruments en arrivant à terre, et n'emporter dans la nacelle que le baromètre et la boussole. Lorsque nous eûmes pris ce parti, nous nous laissâmes descendre, en perdant aussi peu de gaz qu'il nous était possible. Nous observâmes le baromètre en entrant dans les nuages. Il nous donna 1,223 mètres (600 toises) pour leur élévation. Nous avons déjà remarqué qu'ils paraissaient tous de niveau, en sorte que cette observation indique pour cet instant leur hauteur commune. Lorsque nous arrivâmes à terre, il ne se trouva personne pour nous retenir, et nous fûmes obligés de perdre tout notre gaz pour nous arrêter. Si nous eussions pu prévoir ce contretemps, nous ne nous serions pas pressés de descendre sitôt. Nous nous trouvâmes vers une heure et demie dans le département du Loiret, près du village de Mériville, à dix-huit lieues environ de Paris.

Nous n'avons point abandonné le projet de nous élever à 6,000 mètres, et même plus haut, s'il est possible, afin de pousser

jusque-là nos expériences sur la boussole. Nous allons préparer promptement cette expédition, qui se fera dans peu de jours, puisque l'aérostat n'est nullement endommagé. M. Gay-Lussac s'élèvera d'abord ; ensuite, s'il le croit lui-même nécessaire, je m'élèverai seul à mon tour pour vérifier ses observations. Lorsque nous aurons ainsi terminé ce qui concerne la boussole, nous désirons entreprendre de nouveau plusieurs voyages ensemble, pour faire, s'il est possible, des recherches exactes sur la qualité et la nature de l'électricité de l'air à diverses hauteurs, sur les variations de l'hygromètre, et sur la diminution de la chaleur en s'éloignant de la terre ; objets qui paraissent devoir être utiles dans la théorie des réfractions.

Nous ne désespérons pas non plus de pouvoir observer des angles pour déterminer trigonométriquement notre position dans l'espace ; ce qui donnerait des notions précises sur la marche du baromètre, à mesure qu'on s'élève. Le mouvement de l'aérostat est si doux, que l'on peut y faire les observations les plus délicates ; et l'expérience de notre premier voyage, ainsi que l'usage de nos appareils, nous permettra de recueillir en peu de temps un grand nombre de faits. Tels sont les désirs que nous formons aujourd'hui, si nous sommes assez heureux pour que les recherches que nous venons de faire paraissent à la classe de quelque utilité.

NOTE V.

Relation du voyage scientifique de M. Gay-Lussac.

..... Tous nos instruments étant prêts, le jour de mon départ fut fixé au 29 fructidor. Je m'élevai, en effet, ce jour-là, du Conservatoire des arts et métiers, à 9 heures et 40 minutes ; le baromètre étant à 76°,525, l'hygromètre à 57°,5 et le thermomètre à 27°,75. M. Bouvard, qui fait tous les jours des observations météorologiques à Paris, avait jugé le ciel très vaporeux, mais sans nuages. A peine me fus-je élevé de 1,000 mètres, que je vis, en effet, une légère vapeur répandue dans toute l'atmosphère

au-dessous de moi, et qui me laissait voir confusément les objets éloignés.

Parvenu à la hauteur de 3,032 mètres, je commençai à faire osciller l'aiguille horizontale, et j'obtins, cette fois, vingt oscillations en 83″, tandis qu'à terre et d'ailleurs dans les mêmes circonstances, il lui fallait 84″,43 pour en faire le même nombre. Quoique mon ballon fût affecté du mouvement de rotation que nous avions déjà reconnu dans notre première expérience, la rapidité du mouvement de notre aiguille me permit de compter jusqu'à vingt, trente et même quarante oscillations.

A la hauteur de 3,863 mètres, j'ai trouvé que l'inclinaison de mon aiguille, en prenant le milieu de l'amplitude de ses oscillations, était sensiblement de 31° comme à terre. Il m'a fallu beaucoup de temps et de patience pour faire cette observation ; parce que, quoique emporté par la masse de l'atmosphère, je sentais un petit vent qui dérangeait continuellement la boussole, et après plusieurs tentatives infructueuses, j'ai été obligé de renoncer à l'observer de nouveau. Je crois, néanmoins, que l'observation que je viens de présenter mérite quelque confiance.

Quelque temps après j'ai voulu observer l'aiguille de déclinaison ; mais voici ce qui était arrivé. La sécheresse, favorisée par l'action du soleil dans un air raréfié, était telle que la boussole s'était tourmentée au point de faire plier le cercle métallique sur lequel étaient tracées les divisions, et de se courber elle-même. Les mouvements de l'aiguille ne pouvaient plus se faire avec la même liberté; mais indépendamment de ce contre-temps, j'ai remarqué qu'il était très difficile d'observer la déclinaison de l'aiguille avec cet appareil. Il arrivait, en effet, que lorsque j'avais placé la boussole de manière à faire coïncider avec une ligne fixe l'ombre du fil horizontal qui servait de style, le mouvement que j'avais donné à la boussole en avait aussi imprimé un à l'aiguille ; et lorsque celle-ci était à peu près revenue en repos, l'ombre du style ne coïncidait plus avec la ligne fixe. Il fallait encore mettre la boussole dans une position horizontale ; et pendant le temps qu'exigeait cette opération, tout se dérangeait de nouveau. Sans vouloir persister à faire des observations auxquelles je ne pouvais accorder aucune confiance, j'y ai renoncé entièrement; et libre de tout autre soin, j'ai donné toute mon attention aux oscillations de l'aiguille horizontale. Je me suis pourtant convaincu, en re-

connaissant les défauts de notre boussole, qu'il est possible d'en employer une autre plus convenable, qui déterminerait la déclinaison avec assez de précision. Je remarque que pour tenter cette expérience, j'avais descendu isolément les autres aiguilles dans des sacs de toile, à 15 mètres au-dessous de la nacelle.

Pour qu'on puisse voir facilement l'ensemble de tous les résultats que j'ai obtenus, je les ai réunis dans le tableau qui est à la fin de ce mémoire; et ils y sont tels qu'ils se sont présentés à moi, avec les indications correspondantes du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre. Les hauteurs ont été calculées d'après la formule de M. Laplace, par M. Gouilly, ingénieur des ponts et chaussées qui a bien voulu prendre cette peine; le baromètre n'ayant pas varié sensiblement le jour de mon ascension depuis 10 heures jusqu'à 3, on a pris pour calculer les diverses élévations auxquelles j'ai fait des observations, la hauteur du baromètre, 76°,568, qui a eu lieu à terre à 3 heures, hauteur qui, conformément aux observations faites par M. Bouvard à l'Observatoire, est plus grande de 0^{mm},43 que celle qui avait été observée au moment du départ. Les hauteurs du baromètre dans l'atmosphère ont été ramenées à celles qu'aurait indiquées un baromètre à niveau constant placé dans les mêmes circonstances, et l'on a pris pour chaque hauteur la moyenne entre les observations des deux baromètres. La température à terre ayant également peu varié entre 10 et 3 heures, on l'a supposée constante et égale à 30°,75 du thermomètre centigrade.

En fixant maintenant les yeux sur le tableau, on voit d'abord que la température suit une loi irrégulière relativement aux hauteurs correspondantes; ce qui provient, sans doute, de ce qu'ayant fait des observations tantôt en montant, tantôt en descendant, le thermomètre aura suivi trop lentement ces variations. Mais si l'on ne considère que les degrés du thermomètre qui forment entre eux une série continue décroissante, on trouve une loi plus régulière. Ainsi la température à terre étant de 27°,75, et à la hauteur de 3,691 mètres de 8°,5, si l'on divise la différence des hauteurs par celle des températures, on obtient d'abord 191^{m},7 (98 toises) d'élévation pour chaque degré d'abaissement de température. En faisant la même opération pour les températures 5°,25 et 0°,5, ainsi que pour celles 0°,0 et 9°,5 on trouve, dans l'un et dans l'autre cas, 141^{m},6 (72$^{tois.}$,6)

d'élévation pour chaque degré d'abaissement de température : ce qui semble indiquer que vers la surface de la terre la chaleur suit une loi moins décroissante que dans le haut de l'atmosphère, et qu'ensuite, à de plus grandes hauteurs, elle suit une progression arithmétique décroissante. Si l'on suppose que depuis la surface de la terre, où le thermomètre était à 30°,75 jusqu'à la hauteur de 6,977 mètres (3,580 toises), où il était descendu à 9°,5, la chaleur a diminué comme les hauteurs ont augmenté, à chaque degré d'abaissement de température correspondra une élévation de 173m,3 (88 tois, 9).

L'hygromètre a eu une marche assez singulière. A la surface de la terre il n'était qu'à 57°,5, tandis qu'à la hauteur de 3,032 mètres, il marquait 62° ; de ce point, il a été continuellement en descendant jusqu'à la hauteur de 5,267 mètres où il n'indiquait plus que 27°,5, et de là à la hauteur de 6,884 mètres il est remonté graduellement à 34°,5. Si l'on voulait, d'après ces résultats, déterminer la loi de la quantité d'eau dissoute dans l'air à diverses élévations, il est clair qu'il faudrait faire attention à la température ; et en y joignant cette considération, on verrait qu'elle suit une progression extrêmement décroissante.

Si l'on considère maintenant les oscillations magnétiques, on remarque que le temps pour dix oscillations faites à diverses hauteurs, est tantôt au-dessus et tantôt au-dessous de celui de 42'',16 qu'elles exigent à terre. En prenant une moyenne entre toutes les oscillations faites dans l'atmosphère, dix oscillations exigeraient 42'',20, quantité qui diffère bien peu de la précédente ; mais en ne considérant que les dernières observations qui ont été faites aux plus grandes hauteurs, le temps pour dix oscillations serait un peu au-dessous de 42'',16 ce qui indiquerait, au contraire, que la force magnétique a un peu augmenté. Sans vouloir tirer aucune conséquence de ce léger accroissement apparent, qui peut très bien tenir aux erreurs qu'on peut commettre dans ce genre d'expériences, je dois conclure que l'ensemble des résultats que je viens de présenter confirme et étend le fait que nous avions observé, M. Biot et moi, et qui prouve que, de même que la gravitation universelle, la force magnétique n'éprouve point de variations sensibles aux plus grandes hauteurs où nous puissions parvenir.

La conséquence que nous avons tirée de nos expériences

pourra paraître un peu trop précipitée à ceux qui se rappelleront que nous n'avons pu faire des expériences sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Mais si l'on remarque que la force qui fait osciller une aiguille horizontale est nécessairement dépendante de l'intensité et de la direction de la force magnétique elle-même, et qu'elle est représentée par le cosinus de l'angle d'inclinaison de cette dernière force, on ne pourra s'empêcher de conclure avec nous, que, puisque la force horizontale n'a pas varié, la force magnétique ne doit pas avoir varié non plus, à moins qu'on ne veuille supposer que la force magnétique a pu varier précisément en sens contraire et dans le même rapport que le cosinus de son inclinaison, ce qui n'est nullement probable. Nous aurions d'ailleurs, à l'appui de notre conclusion, l'expérience de l'inclinaison qui a été faite à la hauteur de 3,863 mètres (1,982 toises) et qui prouve qu'à cette élévation l'inclinaison n'a pas varié d'une manière sensible.

Parvenu à la hauteur de 4,511 mètres, j'ai présenté à une petite aiguille aimantée, et dans la direction de la force magnétique, l'extrémité inférieure d'une clef; l'aiguille a été attirée, puis repoussée par l'autre extrémité de la clef que j'avais fait descendre parallèlement à elle-même. La même expérience, répétée à 6,107 mètres, a eu le même succès : nouvelle preuve bien évidente de l'action du magnétisme terrestre.

A la hauteur de 6,561 mètres, j'ai ouvert un de nos deux ballons de verre, et à celle de 6,636 j'ai ouvert le second; l'air y est entré dans l'un et dans l'autre avec sifflement. Enfin, à 3 heures 11 secondes, l'aérostat étant parfaitement plein, et n'ayant plus que 15 kilogrammes de lest, je me suis déterminé à descendre. Le thermomètre était alors à 9°,5 au-dessous de la température de la glace fondante, et le baromètre à 32c,88; ce qui donne, pour ma plus grande élévation au-dessus de Paris, 6,977m37, ou 7,016 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Quoique bien vêtu, je commençais à sentir le froid, surtout aux mains, que j'étais obligé de tenir exposées à l'air. Ma respiration était sensiblement gênée, mais j'étais encore bien loin d'éprouver un malaise assez désagréable pour m'engager à descendre. Mon pouls et ma respiration étaient très accélérés : ainsi respirant fréquemment dans un air très sec, je ne dois pas être surpris d'avoir eu le gosier si sec, qu'il m'était pénible d'avaler du pain. Avant

de partir j'avais un léger mal de tête, provenant des fatigues du jour précédent et des veilles de la nuit, et je le gardai toute la journée sans m'apercevoir qu'il augmentât. Ce sont là toutes les incommodités que j'ai éprouvées.

Un phénomène qui m'a frappé de cette grande hauteur, a été de voir des nuages au-dessus de moi et à une distance qui me paraissait encore très considérable. Dans notre première ascension les nuages ne se soutenaient pas à plus de 1,169 mètres, et au-dessus le ciel était de la plus grande pureté. Sa couleur au zénith était même si intense, qu'on aurait pu la comparer à celle du bleu de Prusse; mais dans le dernier voyage que je viens de faire, je n'ai pas vu de nuages sous mes pieds; le ciel était très vaporeux et sa couleur généralement terne. Il n'est peut-être pas inutile d'observer que le vent qui soufflait le jour de notre première ascension était le nord-ouest, et que dans la dernière c'était le sud-est.

Dès que je m'aperçus que je commençais à descendre, je ne songeai plus qu'à modérer la descente du ballon et à la rendre extrêmement lente. A trois heures quarante-cinq minutes, mon ancre toucha terre et se fixa, ce qui donne trente-quatre minutes pour le temps de ma descente. Les habitants d'un petit hameau voisin accoururent bientôt, et pendant que les uns prenaient plaisir à ramener à eux le ballon en tirant la corde de l'ancre, d'autres placés au-dessous de la nacelle attendaient impatiemment qu'ils pussent y mettre les mains pour la prendre et la déposer à terre. Ma descente s'est donc faite sans la plus légère secousse et le moindre accident, et je ne crois pas qu'il soit possible d'en faire une plus heureuse. Le petit hameau à côté duquel je suis descendu s'appelle Saint-Gougon; il est situé à six lieues nord-ouest de Rouen.

Arrivé à Paris, mon premier soin a été d'analyser l'air que j'avais rapporté. Toutes les expériences ont été faites à l'École polytechnique, sous les yeux de MM. Thénard et Gresset, et je m'en suis rapporté autant à leur jugement qu'au mien. Nous observions tour à tour les divisions de l'eudiomètre sans nous communiquer, et ce n'était que lorsque nous étions parfaitement d'accord que nous les écrivions. Le ballon dont l'air a été pris à 6,636 mètres a été ouvert sous l'eau, et nous avons tous jugé qu'elle avait au moins rempli la moitié de sa capacité; ce qui prouve que le ballon avait très bien tenu le vide, et qu'il n'y était

pas entré d'air étranger. Nous avions bien l'intention de peser la quantité d'eau entrée dans le ballon, pour la comparer à sa capacité; mais n'ayant pas trouvé dans l'instant ce qui nous était nécessaire et notre impatience de connaître la nature de l'air qu'il renfermait étant des plus vives, nous n'avons pas fait cette expérience. Nous nous sommes d'abord servis de l'eudiomètre de Volta, et nous l'avons analysé comparativement avec de l'air atmosphérique pris au milieu de la cour d'entrée de l'École polytechnique.

Ici M. Gay-Lussac décrit les procédés d'analyse qu'il a mis en usage et qui lui ont permis d'établir l'identité de composition de cet air avec l'air pris à la surface de la terre. Il continue en ces termes:

L'identité des analyses des deux airs faites par le gaz hydrogène prouve directement que celui que j'avais rapporté ne contenait pas de ce dernier gaz; néanmoins je m'en suis encore assuré, en ne brûlant avec les deux airs qu'une quantité de gaz hydrogène inférieure à celle qui aurait été nécessaire pour absorber tout le gaz oxygène; car j'ai vu que les résidus de la combustion des deux airs avec le gaz hydrogène étaient exactement les mêmes.

Saussure fils a aussi trouvé, en se servant du gaz nitreux, que l'air pris sur le col du Géant contenait, à un centième près, autant d'oxygène que celui de la plaine; et son père a constaté la présence de l'acide carbonique sur la cime du Mont-Blanc. De plus, les expériences de MM. Cavendish, Macarty, Berthollet et Davy, ont confirmé l'identité de composition de l'atmosphère sur toute la surface de la terre. On peut donc conclure généralement, que la constitution de l'atmosphère est la même depuis la surface de la terre jusqu'aux plus grandes hauteurs auxquelles on puisse parvenir.

Voilà les deux principaux résultats que j'ai recueillis dans mon premier voyage: j'ai constaté le fait que nous avions observé M. Biot et moi, sur la permanence sensible de l'intensité de la force magnétique lorsqu'on s'éloigne de la surface de la terre, et de plus, je crois avoir prouvé que les proportions d'oxygène et d'azote qui constituent l'atmosphère ne varient pas non plus sensiblement dans des limites très étendues. Il reste encore beaucoup de choses à éclaircir dans l'atmosphère, et nous désirons que les faits que nous avons recueillis jusqu'ici puissent assez intéresser l'Institut, pour l'engager à nous faire continuer nos expériences,

NOTE VI.

Description de quelques armes incendiaires employées chez les Arabes au XIIIe siècle.

Voici la description de quelques instruments au moyen desquels les Arabes brûlaient leur ennemi de près.

Forme du borthab.

« Tu feras faire par le verrier un borthab qui ressemblera à un....; il y ménagera, dans la partie inférieure, une anse, et fera sur les côtés dix ouvertures; on fermera au moyen du feutre celles que l'on voudra. Attache à chaque ouverture une petite rose. Tu prendras une chaîne de la longueur de trois empans, et tu feras faire par le tourneur un bâton dont la longueur sera de deux empans. Fixe bien la chaîne à un crochet et remplis le borthab de naphte et de compositions inflammables; attache bien les roses aux ouvertures. Quand tu voudras qu'il brûle, fais comme pour le segment de khesmanate. Quand tu voudras attaquer ton adversaire, mets le feu à la rose; laisse bien embraser et frappe ton adversaire; tu le brûleras, s'il plaît à Dieu. »

On peut voir sur le dessin la forme de l'amorce appelée rose; il en représente trois adaptées au vase nommé borthab.

Massue de guerre.

« Tu feras faire par le verrier une massue qui sera percée à son extrémité comme la massue de fer; tu feras arrondir par le tourneur un bâton que tu y attacheras fortement. Tu lui donneras la forme que tu voudras. Tu ménageras sur les côtés trois tubulures, et au bas aussi trois tubulures pour les roses. Ensuite tu feras les mélanges usités. Quand tu voudras y mettre le feu, tu les disposeras comme le segment de guerre; tu mettras le feu à la massue et tu la briseras pour le service de Dieu. »

Forme de la lance.

« Fais faire par le verrier un vase de la forme d'une ganse, avec deux têtes comme les ganses de l'extrémité de l'arc. Tu passeras la pointe de la lance au milieu de la ganse en la faisant sortir en avant. »

Dans une autre lance, la pointe est attachée à un tube de fer creux rempli de matières incendiaires, de manière que la lance brûle l'ennemi, après l'avoir blessé par sa pointe.

On trouve des lances qui portent des noms divers, suivant la forme donnée à l'enveloppe qui contient la composition, ou suivant la nature de ses mélanges. Ainsi il y a :

La lance avec des fleurs.
La lance avec massue à tête composée.
La lance avec segment de khesmauate.
La lance avec la flèche de Katay.

Fabrication de la lance de guerre.

« Tu prendras du bâroud blanc bien net, tu le mélangeras avec la poussière d'un volant qui aura été frotté doucement. Cela brûlera bien et s'étendra à plus de mille coudées. »

Les points diacritiques qui manquent dans le manuscrit, peuvent faire douter si la première partie de ce passage ne signifie pas « tu prendras du bâroud blanc net dans la proportion d'un volant. » Quoi qu'il en soit, l'expression bâroud blanc démontre encore que le mot bâroud signifiait alors le salpêtre seul, et non pas le mélange du salpêtre, du soufre et du charbon, qui n'aurait pas été blanc. Du reste, comme dans le volant il n'entre que ces trois substances, la lance de guerre est réellement composée seulement de salpêtre, de soufre et de charbon. Ce sont les mêmes substances, mélangées dans une certaine proportion, qui sont encore employées aujourd'hui pour la composition des lances à feu, et qui servent à mettre le feu à nos canons de campagne. Le traité arabe ne contient pas de détails sur la forme de la lance de guerre; mais puisque c'était le jet de flamme qui devait servir à blesser l'ennemi, il fallait qu'il s'étendît en avant; la composition devait

donc être placée dans un tube ouvert seulement à la partie antérieure. Quoiqu'il y ait de cette exagération poétique, dont les Arabes sont fort prodigues, dans l'expression « s'étendra à plus de mille coudées, » elle montre qu'il y avait hors du tube projection de grains de composition qui allaient achever de brûler à une certaine distance.

L'auteur arabe revient ensuite aux massues de guerre ; après avoir parlé de la massue de guerre avec des segments de khesmanate, qui est analogue à celle dont il avait déjà fait connaître l'usage, il en décrit une autre.

Massue pour asperger.

« On garnit la massue de guerre à asperger de pièces de fer et on la couvre de feutre. On la remplit d'un mélange de deux tiers de colophane et d'un tiers de soufre de l'Irac pétri. Lorsque tu veux t'en servir, tu y mets le feu et tu pousses la massue contre ton adversaire, pour le bien asperger. Brise la massue sur lui, mais ne te mets pas sous le vent, de peur que les étincelles ne reviennent sur toi et ne te brûlent. »

Il est ensuite question des flèches.

Fer de flèches en roseau.

« Tu prendras un nœud de roseau, propre à faire une flèche ; tu iras chez le tourneur qui le travaillera comme si c'était du bois auquel on dût adapter le fer. Tu mettras dans la partie qui forme la pointe le gâteau que tu recouvriras de trois ou quatre morceaux de feutre. Quand tu voudras allumer l'incendie, tu rempliras le bois de naphte coagulé ainsi que de papier de roseau, en les disposant bien. Ouvre ensuite l'extrémité de la pointe en forme de noix qui est près de sortir; mets le feu au gâteau et lance-la. »

Le traité arabe fait connaître plusieurs autres flèches, notamment la flèche du mangonneau ; elles sont creuses et remplies de compositions.

Nous y trouvons aussi la description de gros projectiles incendiaires lancés avec les machines à fronde, qui ont joué un rôle important dans la guerre de siége au moyen âge.

Forme de la marmite de l'irac.

« Tu prendras une marmite qui, comme le ventilateur des Orientaux, aura quatre portes. On l'enduit de poix de tous côtés, en laissant à chaque ouverture un emplacement pour l'ikrikh ; on met sur chaque porte une section ; sur chaque section est une rose. On y introduit ensuite les ingrédients, qui sont la gomme de roseau, la sandaraque, le succin, l'assa fœtida, la poix, l'ammoniaque rouge, la pierre d'encens, la sarcacolla, le mastic ; on réduit tout en poudre et l'on mêle avec la graine de coton, la graine de carthame, la langue de passereau. Quand tu veux lancer cela, tu y mets le feu comme à l'ordinaire. Tu descends la marmite dans la concavité du mangonneau ; tu enduis cette concavité d'argile et de vinaigre ; tu mets le feu aux roses et tu lances la marmite. »

L'ikrikh paraît être, comme la rose, destiné à fermer une ouverture et à servir d'amorce. Le vase dont il est question a probablement, outre les quatre portes, un grand nombre d'ouvertures plus petites ; ce sont ces ouvertures qui sont fermées par les ikrikhs.

On trouve dans le manuscrit la description d'autres projectiles de même espèce, parmi lesquels :

La marmite de Magreb.
La marmite Mokharram.
Le vase de Helyledjeh.
La cruche de Syrie.
La marmite des peuples non musulmans.

(Reinaud et Favé, *Du feu grégeois et des feux de guerre*, p. 37.)

FIN DES NOTES.

TABLE DES MATIÈRES

DU DEUXIÈME VOLUME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU DEUXIÈME VOLUME.



